



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 95115918.6

[51]Int.Cl<sup>6</sup>

B29C 41/26

[43]公开日 1996年7月31日

[22]申请日 95.9.11

[30]优先权

[32]94.9.9 [33]JP[31]215954/94

[32]95.1.27 [33]JP[31]11729/95

[32]95.7.3 [33]JP[31]167214/95

[32]95.3.8 [33]JP[31]48459/95

[71]申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72]发明人 中裕之 三浦真芳

小仓洋 松田直子

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 刘立平

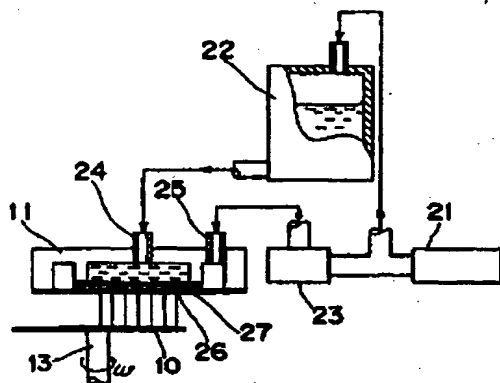
B29C 41/28

权利要求书 5 页 说明书 33 页 附图页数 16 页

[54]发明名称 薄膜形成装置

[57]摘要

一种薄膜形成装置，包括：具有多个喷涂液体用喷孔的涂液喷头；使沉积了上述涂液的上述涂敷基片绕转轴旋转的旋转装置；使上述涂液喷头和涂敷基片在该基片邻近转轴的附近区域和离开转轴的离开区域之间作互为相对移动的相对移动装置；相对移动控制装置，使随着上述涂液喷头和基片的相对位置从所邻近转轴区域相对移向离开转轴区域时，相应减少相对移动速度和旋转装置的旋转角速度。根据本发明，可用简单的控制制得均匀的薄膜。



(BJ)第 1456 号

## 权 利 要 求 书

---

1. 一种薄膜形成装置,其特征在于,所述装置包括:

具有多个喷射液体用的喷孔的涂液喷头(11,70,121,124,126,133,137,161,171,190);

使沉积了从上述涂液喷头喷出的液体的被涂敷基片(10)绕所定转轴旋转的旋转装置(50);

使上述涂液喷头和上述被涂敷基片在上述被涂敷基片邻近于上述转轴的附近区域和上述被涂敷基片离开上述转轴的离开区域之间作互为相对移动的相对移动装置(51,54);

控制上述相对移动装置的相对移动控制装置(52,53),使对应于上述涂液喷头和上述被涂敷基片的相对位置从附近区域向离开区域作相对移动时,相应减小由相对移动装置产生的相对移动速度。

2. 一种薄膜形成装置,其特征在于,所述装置包括:

具有多个喷射液体用的喷孔的涂液喷头(11,70,121,124,126,133,137,161,171,190);

使沉积了从上述涂液喷头喷出的液体的被涂敷基片(10)绕所定转轴旋转的旋转装置(50);

使上述涂液喷头和上述被涂敷基片在上述被涂敷基片邻近于上述转轴的附近区域和上述被涂敷基片离开上述转轴的离开区域之间作互为相对移动的相对移动装置(51,54);

控制上述相对移动装置的相对移动控制装置(52,53),使对应于上述涂液喷头和上述被涂敷基片的相对位置从附近区域向离开区域作相对移动时,相应减小由相对移动装置产生的相对移动速度。

3. 如权利要求1所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述的相对移动控制装置(52,53)控制了相对移动装置;

控制上述相对移动装置的相对移动控制装置(52,53),使对应于上述涂液喷头和上述被涂敷基片的相对位置从附近区域向离开区域作相对移动时,相应减小由相对移动装置产生的相对移动速度。

4. 如权利要求 3 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,

所述涂液喷头和被涂敷基片间的相对位置从所述附近区域向着所述离开区域作相对移动时,所述的相对移动控制装置(52,53)以与该相对移动距离成反比例关系,减少相对移动速度。

5. 如权利要求 4 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,在该涂液喷头和被涂敷基片之间的相对位置从所述附近区域作相对移动至离开区域,如假设所述移动距离为  $x$ ,其相对移动速度为  $V$ ,则在相对移动控制装置(52,53)中,成立下式:

$$V=K_1/x,$$

又,当  $K_1$  大于 0,所述涂液喷头和被涂敷基片作相对移动的移动距离  $x$ ,该  $x$  测为从  $x_a$  处至  $x_e$  处,该相对移动时间为  $t$ ,则,由解微分方程式测得  $K_1$ :

$$K_1=(dx/dt) \cdot x。$$

6. 如权利要求 3 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述装置进一步包括设置在所述涂液喷头(70)邻近、具有向被涂敷基片吹出空气流功能的空气流出头(71),其中,一旦将液体喷至被涂敷基片上,立即将该空气流吹出至该基片上。

7. 如权利要求 3 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述装置进一步包括使从涂液喷头喷出的液体带电的充电装置(90)。

8. 如权利要求 3 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述涂液喷头具有正对着喷液口(27,91)设置的排气口(25,92),并通过该排气口排出空气,以引起喷液口内液体压力和由气流在喷液口附近的空气压力之间的平衡改变,由此喷出液体。

9. 如权利要求 8 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述

装置进一步包括设置于排气口外周的电极元件(93),及用于对所述电极元件和喷液口内的液体之间提供电位差的电位差供应装置(90),由此,使从涂液喷头喷出的液体带电。

10. 如权利要求 1 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述从涂液喷头喷出的液体为非快干型树脂溶液。

11. 如权利要求 1 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述欲喷出的液体为含有薄膜形成材料及溶解该薄膜形成材料的溶剂的溶液状物,所述装置进一步包括:

向喷孔供应该液体的供应源(143);

其上置有被涂敷基片的、用旋转装置进行转动的构架(140);及  
用于加热被涂敷基片的加热装置(139)。

12. 如权利要求 3 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述装置进一步包括:

在第一方向上移动涂液喷头的第一移动装置(142,142Z),该第一方向定义为将所述的涂液喷头和被涂敷基片相互连接起来;及

设置于该构架上的第二移动装置(140,140x,140y),该移动装置在垂直于第一方向的平面内,成二个互为垂直的方向上的移动构架。

13. 如权利要求 3 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述装置进一步包括:一使被涂敷基片以第一相对速度旋转的控制装置(53),该第一相对速度足以使液体沉积在该液体涂敷基片的表面上,以便液体可逐渐地,均匀地供至该被涂敷基片的被涂敷基片表面上,由此完成第一涂敷状态;

然后,该控制装置以大于第一相对速度的第二相对速度移动被涂敷基片,以使过多涂敷的涂敷液从第一涂敷状态中飞散出,由此在被涂敷基片上形成比第一涂敷状态更均匀的第二涂敷状态的薄膜。

14. 如权利要求 13 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所

述的涂液喷头为一静电吸引型涂液喷头,该喷头以静电力将液体从喷孔吸引向外,使液体喷出。

15. 如权利要求 3 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述的涂液喷头为一静电吸引型涂液喷头,该喷头以静电力将液体从喷孔吸引向外,使液体喷出。

16. 如权利要求 9 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述液体具有不小于  $10^5 \Omega \text{cm}$  的比电阻。

17. 如权利要求 8 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述液体以拉丝状喷涂。

18. 如权利要求 3 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述液体由作用于其上的压力波效应喷出。

19. 如权利要求 1 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述涂液喷头具有多个喷液部件,这些部件由喷孔构成,且在一个方向以这样的方式排列:即喷液量向着一个方向逐渐增加,而最小喷液量的喷液部件置于所述基片的附近区域一侧。

20. 如权利要求 19 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述的相对移动装置使涂液喷头从该基片附近区域一侧上沉积了最小喷出量部分的状态,移向所述基片离开区域一侧。

21. 如权利要求 19 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述多个喷液部件为多个喷孔,该喷孔按相等间距排列,且其孔径向着离开区域一侧逐渐增加。

22. 如权利要求 19 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述多个喷液部件为多个喷孔,该喷孔具有相同直径,且其排列间距向着离开区域一侧逐渐变小。

23. 如权利要求 19 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述的多个喷液部件为多个喷孔组,所述喷孔组以相等间距排列,且其喷孔径向着离开区域一侧逐渐增加。

24. 如权利要求 19 所述的薄膜形成装置,其特征在于,其中,所述多个喷液部件包括多个以相等间距排列、具有相同直径的喷孔,及用于控制所述喷孔喷液量的流动比率控制元件,由该控制元件,使喷液量朝着离开区域一侧,逐渐增加。

# 说明书

## 薄膜形成装置

本发明涉及一种薄膜形成装置及方法,更具体地说,本发明涉及一种由微小喷孔喷出溶液状物质,在基片或类似物上形成薄膜(该薄膜在广义上其厚度等于或小于  $100\mu\text{m}$ ,通常等于或小于  $10\mu\text{m}$ )的方法和装置。例如本发明可用于适于制作混合式集成电路、半导体电路或微型电机等用的薄膜形成工序中。

近年来,薄膜形成技术得到广泛的应用。除了如溅镀和蒸镀系统等需要真空装置的形成方法之外,包括旋压涂敷、印刷涂敷、口模式挤塑涂敷等的实际薄膜形成系统也得以广泛研究。

其中,特别是旋压涂敷系统常用于半导体制作过程中阻挡层及保护膜等的形成。

下面,就习用的旋压涂敷装置作一说明。

图 20A、20B 及 20C 为一般习用的旋压涂敷装置的结构和操作图。

在图 20A、20B 及 20C 中,101 为旋压涂敷装置的转轴,102 为样品固定底板,103 为喷出涂敷液的喷孔,104 为薄膜形成用基片,105、106 为涂敷液,107 为薄膜,108 为飞溅液滴。

在上述装置中,如图 20A 所示,首先从喷孔 103 向基片 104 喷射涂敷液 105 并使其载于基片 104 上。

其次,如图 20B 所示,旋压涂敷装置以低速  $\omega_1$  旋转,使涂敷液 106 散布于该基片 104 上。

接着,如图 20C 所示,旋片涂敷装置以较高速  $\omega_2$  进一步旋动,在基片 104 上形成薄膜 107。

然而,在上述习用的装置中,如图 20C 所示,飞溅液滴 108 的散失而造成无谓的浪费,导致涂敷液损失 80~90%。

其原因为,若不是大量喷射涂敷液 105,则基片 104 与该液体 105 相容性较差的地方会产生未涂敷的部分。

如上可见,习用的可旋压涂敷装置,其涂敷液的使用效率低,结果是浪费了大部分涂敷液。

另外,在使用旋压涂敷装置以形成薄膜时,液体总是由内向外周流动,造成外周部分薄膜厚度变厚,使底盘本身变形。

另一方面,作为印刷用装置,以往人们已大力开发了使用微小喷孔喷射涂液的液体喷射装置。近年来,作为该液体喷射装置的一个应用,人们开发了使用溶液而不是涂液的液体喷射装置或电路形成方法,例如,把喷射溶液形成的保护膜应用于 IC 电路的制造等。

下面,作为已有技术,以日本专利公开公报特开平 5-104052 号的液状物质涂敷装置为例作一说明。

图 21 所示为日本专利公开公报特开平 5-104052 号揭示的结构图。

在图 21 中,201 为液状物供给部件,202 为连接于液状物供给部件 201 的喷射头,203 为被涂敷部件(以下称为基片)。X-Y 构架 204 用于喷射头 202 和基片 203 的定位,使其相互相对而定。

喷射头 202 包括:连通液状物供给部件 201、内充满液状物 205 的压力室 206,设置于压力室 206 之轴向中点、开口向着喷射头 202 下端面的喷孔 207,接受由压电元件 208 产生的位移、并对该位移放大的位移放大室 209,设于压力室 206 和位移放大室 209 之交界上的膜片 210。

这样,压电元件 208 受控制部件 111 驱动,由此产生的位移经位移放大室 209 和膜片 210,传送给压力室 206 内的液状物 205 上,导致对压力室 206 内的液状物 205 加压,使液状物 205 从喷孔 207 呈



液滴 205a 状向下喷溅。

采用上述结构,可使喷孔 207 内的液状物 205 呈液滴 205a 状喷溅于基片 203 上,并以任何给定的模型将液状物 205 涂敷于基片 203 上。

注意,X—Y 构架 204 应由控制部件 211 控制在所需部位。

同时,在上述习用的结构中,因喷射方法主要是利用了压电效应,因此,有以下不足尚需克服。

在利用了压电效应的加压式(以下称压电式)中的喷出方法中,喷出的溶液从喷孔喷出,形成直径比喷咀孔径大 2~3 倍的喷射液滴,用此喷射液滴形成的电路模型,其微型化程度及精度就受到了限制。

其次,为了提高电路模型的微型化程度和精度,就须减小喷咀孔径,但在压电式的喷射方法中,喷咀孔径减小,则液体粘附在喷孔部位的损失愈大,因此,特别在高粘度溶液的场合,减小喷咀孔径是有限度的。

另外,在压电式喷射方法中,如使用溶存大量空气的有机溶剂作为喷射溶液,则发生气穴现象,导致喷射的稳定性差,因此,可用于喷射的这类溶液大受限制。

本发明的目的是,提供一种薄膜形成方法和装置,该方法和装置采用亲颖的液体喷射头,可高效地使用涂敷液。

根据本发明的第一方面,提供了一种薄膜形成装置,所述装置包括下述主要部件:

具有多个喷射液体用的喷孔的涂(敷)液喷射头;

使沉积了从上述涂液喷射头喷出的液体的被涂敷基片绕所定转轴旋转的旋转装置;

使上述涂液喷射头和上述被涂敷基片在邻近转轴处的被涂敷基片的附近区域和离开转轴处的被涂敷基片的离开区域之间互作相对

移动的相对移动装置；

控制上述相对移动装置的相对移动控制装置使对应于上述印墨喷射头和上述被涂敷基片的相对位置从附近区域向离开区域作相对移动，减小由相对移动装置产生的相对移动速度。

根据本发明的第二个方面，提供了一种薄膜形成装置，所述装置包括：

具有多个喷射液体用的喷孔的涂液喷射头；

使沉积了从上述涂液喷射头喷出的液体的被涂敷基片绕所定转轴旋转的旋转装置；

使上述涂液喷射头和上述被涂敷基片在邻近转轴处的被涂敷基片的附近区域和离开转轴处的被涂敷基片的离开区域之间互作相对移动的相对移动装置；

控制上述相对移动装置的相对移动控制装置使对应于上述印墨喷射头和上述被涂敷基片的相对位置从附近区域向离开区域作相对移动，减小由旋转装置产生的旋转角速度。

根据本发明的第三个方面，提供了一种薄膜形成装置，该装置系在本发明的第一方面中，相对移动控制装置控制了相对移动装置使对应于上述涂液喷射头和上述被涂敷基片的相对位置从附近区域向着离开区域作相对移动，减小由旋转装置产生的旋转角速度。

根据本发明的第四个方面，提供了一种薄膜形成的方法，该方法包括下列步骤：

使沉积有涂敷液的被涂敷基片绕转轴转动，该涂敷液从一具有多个喷射液体用的喷入孔的液体喷射部件喷出；及

在邻近转轴处的被涂敷基片的附近区域和离开转轴处的被涂敷基片的离开区域之间，相对移动所述液体喷射部件和被涂敷基片，且以这样的方式相对移动：即从所述附近区域向所述离开区域的相对移动进程越大，则该相对移动速度减小得越多。

根据本发明的第五个方面,提供了一种薄膜形成的方法,该方法包括以下步骤:

使沉积有涂敷液的被涂敷基片绕转轴转动,该涂敷液从具有多个喷射液体用的喷孔的液体喷射部件喷出;及

在邻近转轴处的被涂敷基片的附近区域和离开转轴处的被涂敷基片的离开区域之间,相对移动所述液体喷射部件和被涂敷基片,且以这样的方式相对移动:即从所述附近区域向所述离开区域的相对移动进程越大,则该被涂敷基片转动的角速度减小得越多。

根据本发明的第六个方面,提供了一种薄膜形成的方法,该方法系在本发明的第四个方面的方法的移动步骤中,所述被涂敷基片转动的角速度被减小得更多。

根据本发明的第七个方面,提供了一种薄膜形成的方法,该方法包括下列步骤:

以足够使上述液体沉积于所述基片表面上的第一相对速度,旋转具有多个喷射液体用的喷孔的涂液喷射头和沉积有所述液体的基片,使上述液体大致均匀地涂敷于所述基片的大致整个表面上;从而完成第一涂敷状态的涂敷步骤。

在上述涂敷步骤之后,以大于上述第一相对速度的第二相对速度,旋转所述涂液喷射头和沉积液体的基片,在所述基片上形成第二涂敷状态的薄膜的步骤,在该第二涂敷状态中,使过多涂敷的涂敷液从第一涂布状态下飞溅的同时,使第二涂敷状态较第一涂敷状态更均匀。

根据本发明的第八个方面,提供了一种薄膜形成的装置,该装置系在本发明的第一方面中,其涂液喷射头具有由多个喷孔构成的喷射部件,并按下述方式呈一个方向配置,即涂敷液的喷射量向一个方面逐渐增加,而最小喷射量的喷射部件被配置在基片附近区域的一侧。

参照附图,结合优选实施例的以下描述,将使本发明的上述方面及其它方面和特征揭示得更清楚。

图 1 为根据本发明的第一实施例的薄膜形成装置的平面布置图。

图 2 为该薄膜形成装置的涂液喷射头的截面图。

图 3A 和 3B 为该薄膜形成装置的涂液喷射头的喷孔截面图。

图 4 为该薄膜形成装置的涂液喷射头的压力调节设备的平面布置图。

图 5 为该薄膜形成装置的总平面布置图。

图 6 为该薄膜形成装置的操作图。

图 7 为根据本发明的第二个实施例的薄膜形成装置的平面布置图。

图 8 为图 7 中的薄膜形成装置的说明图。

图 9 为根据本发明的第三个实施例的薄膜形成装置的说明图。

图 10A、10B 及 10C 为用于说明本发明的第四个实施例中的喷射原理的说明图。

图 11 为用于溶液喷射的平面布置图,该图具体说明了相同的喷射原理。

图 12 为根据从上述配置获得的电阻—电场关系所作的溶液喷射特性表,该图表也同样体现了溶液喷射原理。

图 13 为另一用于溶液喷射的平面布置图,该图也同样体现了喷射原理。

图 14 为一薄膜形成装置的总平面布置图,该图也同样体现了喷射原理。

图 15 为另一根据本发明的溶液喷射的第八个实施例的平面布置图,该图也同样体现了喷射原理。

图 16 为一根据图 15 的配置获得的压力使—静电力关系作出的

溶液喷射特性表。

图 17 为一根据图 15 的配获得的电阻—电场关系作出的溶液散布特性表。

图 18 为一用于根据本发明的第九实施例的薄膜形成方法的旋压涂敷装置的平面布置示意图。

图 19 为一根据本发明的第十个实施例的薄膜形成方法的印墨喷射头的截面图。

图 20A、20B 及 20C 为一习用的薄膜形成装置的说明图。

图 21 为习用的薄膜形成方法的说明图。

图 22 为一根据本发明的第十一实施例的薄膜形成装置的透视图。

图 23 为该喷射头的透视图。

图 24 为表示控制部件结构的方框图。

图 25 为该薄膜形成装置的控制流程图表。

图 26 为相当于图 23 的另一实施例的图示。

图 27 为相当于图 23 的另一实施例的图示。

图 28 为相当于图 23 的另一实施例的图示。

在说明本发明之前,请注意,在所有附图中,相同部件用相同参照号表示。

#### 实施例 1

图 1 为本发明的第一个实施例中的旋压涂敷装置的平面布置示意图。

在图 1 中,10 为圆盘状被涂敷基片,11 为涂液喷射头,12 为涂敷基片 10 的固定底板,13 为安装台 12 的转轴,及一马达 50 作为转动设备例子。

此处所述的涂液喷射头使液体从微小喷孔(通常,其孔径为 0.2mm,或 0.1mm,或在 0.1mm 以下)喷出,并由电信号控制液体的喷

射状态,使液体沉积于欲作记录的记录介质上。

本实施例中,涂液喷头具有多个这样的微小喷孔,具体地说,48个喷咀孔以每毫米10个喷孔的间距,配置于涂敷基片10的径向。上述微小喷孔的配置的例子是:50个孔径不大于 $200\mu\text{m}$ 的如 $50\sim 60\mu\text{m}$ 的喷孔,以 $0.5\text{mm}$ 的间距配置。

以往习用的旋压涂敷装置的喷孔孔径常在 $0.5\sim 1\text{mm}$ ,难以控制微量喷射,而如本发明那样,使用上述定义的涂液喷射头,即可如下所述地,在作出精致图案的同时,可形成均匀、极薄的薄膜。

在本实施例中,首先,如图1所示,使涂敷基片10以角速度 $\theta$ 转动,同时使涂液喷射头11在涂敷基片10的径向上以速度 $V$ 作相对移动,这时移动着的涂敷液从喷孔喷出,并沉积于涂敷基片10上。

接着,旋转一同涂敷基片10,则由涂液喷射头11产生间距为 $100\mu\text{m}$ 的48根涂敷线条,其结果,给出了宽度为 $4.8\text{mm}$ 的条纹。

进一步,在本实施例中,如图中各线条幅宽的选择合适,使各相邻的线条互为连接,则形成一定厚度的薄膜。

因此,如果找出合适的条件,且,涂液喷射头11在涂敷基片10旋转一周期间,按相对移动速度 $V$ 所产生的移动量设定于 $4.8\text{mm}$ ,则可以所谓螺旋状一次来形成薄膜。

也可由多次重复绘作,而不是上述一次绘作形成薄膜。

更具体地,藉涂液喷射头11的相对移动速度 $V$ 和涂敷基片10的角速度的设定,通过涂液喷射头11按特定值、例如 $4.8\text{mm}$ 作相对移动,同时转动涂敷基片10数次,进行重复绘作,从而可形成薄膜,这样,可绘作出细度和密度大于10根/ $\text{mm}$ 的密集线条,同时更适于可靠地形成更薄的薄膜。

更具体地,参照图1,如以涂敷基片10的转动中心作为原点 $O$ ,半径为 $x$ ,然后涂敷基片10以角速度 $\theta$ 转动,而同时涂液喷射头11以速度 $V$ ,在涂敷基片的径向( $x$ 方向)上移动,在位置 $x_s$ 处开始喷

射液体,在涂敷基片 10 的外周位置  $x_e$  处终止喷射液体,预薄膜形成完毕。

在该操作中,为在整个涂敷基片 10 上形成厚薄均匀的薄膜,当涂液喷射头的喷射量为一定值  $Q$  时,必需满足下式(1)。

$$V=K_1/x \quad (\text{式 1})$$

(其中  $K_1$  为常数,且  $K_1>0$ )

为在整个涂敷基片 10 上以同一清晰度绘作线条,也必需满足下式(2)。

$$\theta=K_2/x \quad (\text{式 2})$$

(其中,  $K_2$  为常数,且  $K_2>0$ )

因此,由于圆盘状基片,其涂敷面积在外周比在中心增大,随着涂敷由中心向外周的进行,有必要逐渐减小速度  $V$ 。同样,由于在转速一定的情况下,圆周速度在外周处大于中心处,转速也必需随着  $X$  值的增加而减速,以使在记录处的涂液喷射头的圆周速度保持恒定。

例如,  $V$ 、 $O$  为定值时,由于近中心处圆周速度较低,涂敷线条的密度即使相同,其中央处的线条也会变粗,从而生成中央部位厚、外周部位薄的薄膜。有时,外周处线条并不重叠,而保持线条原状。

当符合式(1),  $\theta$  且保持恒值时,则在整个涂敷基片上的涂敷量将保持一是,然而,其中心部位因圆周速度而被涂敷成较厚、密度较小的线条,同时,其外周部位被涂敷成较薄、高、密度较大线条。这样,在外周部位涂敷线条很好重叠,形成均匀薄膜,而在中心部位,线条重叠较差,易产生涂敷不匀。

由上述例子可见,为在整个涂敷基片上形成均匀的、一定厚度的薄膜,要求满足式(1)及式(2)中至少一个,更好地是该二式都满足。

下面,图 2 所示本实施例中的涂液喷射头的代表性平面布置图。

图 2 所示,11 为涂液喷射头,21 为空气供给源,22 为贮液箱,23

为压力调节机构,用于调节进入涂液喷射头 11 的容气流速,24 为液体进口,25 为空气进口,26 为空气排气口,27 为液体喷出口。

这里,设于涂液喷射头 11 上的喷液口 27 和排气口 26 是同心的。

对于涂液喷射头 11,来自空气供给源 21 的空气流通过压力调节机构 23,由空气进口 25 流入,又从排气口 26 以一定的流速流出。

另一方面,涂敷液经液体进口 24,从贮液箱 22 供给。

供气源 21 也与贮液箱 22 连接。对涂液喷射头 11 内的液体加压,该压力与在喷液口 27 附近的,由空气流产生的空气压力平衡,这样,涂敷液得以保持在喷液口 27 处。

其次,图 3A 及 3B 为图 2 中的喷孔部分的放大图。

如图 3A 所示,设置的排气口 26 和喷液口 27 为同心状,一定流速的空气流从排气口 26 吹出,随着该空气流的吹出,在喷液口 27 的出口处产生由该空气流形成的压力  $P_a$ 。

同时,由于在贮液箱 22 中施上空气压力,在喷液口 27 内的液体上形成压力  $P_i$ 。

因  $P_a$  和  $P_i$  大致相等,压力平衡,使涂敷液在喷液口 27 处保持稳定的弯液面。

另一方面,如图 3B 所示,当供至涂液喷射头 11 的空气流量由压力调节机构 23 使其减少时,在喷液口 27 出口处形成的压力  $P_b$  小于  $P_a$ ,从而由该压力差( $P_i - P_b$ )使弯液面破裂,引起涂敷液体喷出。

下面,图 4 所示为压力调节机构 23 的代表性平面布置例子。

在图 4 中,来自供气源的空气流流入电磁阀 41 的入口 A,又由该电磁阀 41,经由流出口 B 或 C 流出。

此处,电磁阀 41 系由电信号将流出口切换为 B 或 C。

在图 3A 的状态下,在流入口 A 与流出口 C 连通时,贮液箱的压力  $P_i$  和由空气流形成的压力  $P_a$  大致相等。



然后,在电磁阀 41 上输入喷射信号时,流路即从 C 切换成 B。

如图 4 所示,在流出口 B 上连接有引起流路大量压力损耗的流路阻挡器 42,如节流阀,空气流经该流路阻挡器 42 时产生压力损耗,从而,在涂液喷射头处的空气流压力从  $P_a$  降低至  $P_b$ ,结果形成图 3B 的状态,即涂敷液喷出。

下面,就使用上述结构的涂液喷射头,喷出涂敷液,并在涂敷基片上进行涂敷的具体例子作一说明。

在本实施例中,涂敷基片使用聚碳酸酯制的相变化型(光结晶型)光盘,涂敷液使用 UV(紫外线)硬化液,以作为金属蒸镀面的保护膜。

又,光盘直径为 130mm,UV 硬化液的涂敷范围为半径约 20mm 以外的部分。

从而,在图 1 中, $x_s=20\text{mm}$ , $x_e=65\text{mm}$ 。

上述 UV 硬化液为一可由紫外线照射而硬化并固化的树脂溶液。更具体地,可使用丙烯酸酯组合物,其物理性能为,粘度 23cp,比重 1.07,表面张力 29 达因/cm,硬化收缩率 9.8%。

在上述条件下,为形成  $5\mu\text{m}$  厚的保护膜,用液量估计约为 70mg。

从而,由于涂液喷射头的喷液量约 300mg/分,所以约在 20 秒内完成涂敷过程,并形成  $7\mu\text{m}$  左右的保护膜。

$$V=95.6/x \quad (\text{式 } 3)$$

其中, $V$  以 mm/S, $x$  以 mm 计)

这里,说明一下常数  $K_1$  如何测定。

假设,如前已述,涂敷是从距离涂敷基片 10 的原点 O 的半径  $x=20(\text{mm})$  处开始,并终止于  $x=65(\text{mm})$  处,并假设,涂敷时间为 20 秒。涂敷时间取决于薄膜厚度及涂敷面积。这样,式(1)可变换为:

$$(dx/dt) \cdot x = K_1$$

解该微分方程式,得

$$(1/2) \cdot x^2 = K_1 \cdot t + C$$

其中:C为常数。

如果涂敷起始时间为  $t=0$ (秒),  $x=20$ , 则,

$$(1/2) \cdot 20^2 = C$$

$$C = 200$$

如果涂敷终止时间取  $t=20$ (秒),  $x=65$ , 则:

$$(1/2) \cdot 65^2 = K_1 \cdot 20 + C$$

将上述  $C=200$  代入上式, 则得

$$K_1 = \{(1/2) \cdot 65^2 - 200\} / 20 = 95.6$$

这样, 在前述假设下, 可测得  $K_1$  为 95.6。

另一方面, 关于式(2), 因涉及到涂敷操作时的线条粗细和重复涂敷次数(或线条密度), 就  $K_2 = 32000, 36000$  及  $40000$  ( $\theta$  以 rpm 计,  $x$  以 mm 计)的三种情况进行研究。

具体地, 使用小型电脑, 通过编制的程序调控  $x$  轴向速度  $V$  及角速度  $\theta$ , 使其分别满足式(2)及式(3)。

更具体地, 为了按式(3)控制  $V$ , 可将  $V$  表示为时间的函数。

即, 因  $V = dx/dt$ , 式(3)可变换为下列关系式(4):

$$x \cdot dx/dt = 95.6 \quad \text{式(4)}$$

然后, 解式(4)所示的微分方程式, 代入  $t=0$  时,  $x=20\text{mm}$ , 使  $x$  以下式(5)表示,  $V$  即可以下式(6)表示:

$$x = (191.2t + 400)^{\frac{1}{2}} \quad \text{式(5)}$$

$$V = 95.6(191.2t + 400)^{-\frac{1}{2}} \quad \text{式(6)}$$

这样, 即可用小型电脑控制  $V$ , 以满足式(6)的关系, 进行涂敷。

图 5 为在本实施例中, 使用小型电脑的涂敷装置的平面布置图。

在图 5 中, 与图 1 中相同的部件以同一编号表示, 另外, 51 为马

达,52 为马达驱动装置源,53 为小型电脑,用作控制装置,54 为移动台。

在此配置中,涂敷用基片 10 由马达 50 驱动后发生转动,同时涂液喷射头 11 涂敷基片 10 的相对移动由马达 51 完成。

又,马达 50、51 由马达驱动装置 52 控制,马达驱动装置 52 连接于小型电脑 53,由设置在小电脑 53 内编制的程序控制驱动。

图 6 表示对  $V$ 、 $\theta$  及喷液信号进行控制的例子。

图 6 中,横轴表示距光盘中心的径向的位置  $x$ ,纵轴表示涂液喷射头的  $X$  向的速度  $V$  及光盘旋转速度  $\theta$ 。

首先,在初始状态下,涂液喷射头位于  $x=10\text{mm}$  位置处,光盘以  $1800\text{rpm}$  旋转。

接着,涂液喷射头以  $V=290\text{mm/s}$  开始作相对移动,当其到达  $x=20$  位置时,输入喷液信号,喷出涂敷液,同时如图示印墨喷射头和光盘随着  $V$ 、 $\theta$  与  $X$  成反比例地减速移动和减速旋转。

然后,当到达  $x=65(\text{mm})$  处时,输入停止喷液信号,使速度  $V$  和角速度  $\theta$  减速至 0。

在上述条件时, $K_2=32000$ 、 $36000$  及  $40000$  ( $\theta$ , 以  $\text{rpm}$  计,  $x$  以  $\text{mm}$  计)的三种情况下的实测结果如下所示。

首先,在  $K_2=32000$  时,由于转速低,涂敷线条的密度小,易残留有条纹状凹凸。

其次,在  $K_2=36000$  时,可形成平滑的、厚  $6\sim 8\mu\text{m}$  的薄膜。

又,在  $K_2=40000$  时,由于转速过高,生成过大的离心力,于是已沉积的涂敷液在涂敷过程中产生流动,流向外侧,导致易生成辐射状条纹。

因此,在该例中,最好采用  $K_2=36000$  的条件,当然也可根据所形成的薄膜的类型不同,在其它  $K_2$  值条件下形成薄膜。

又,为在整个涂敷基片上形成均匀、一定厚度的薄膜,最好是同

时满足式(1)及式(2),但有时也可按照形成的薄膜类不同,而只需要在上述二个方程式中至少满足一个。

如上所述,在本实施例中,至少满足式(1)及式(2)中的一式,或二式都满足,即,相对速度  $V$  随着离中心向外的距离增加而逐渐减小,亦即相对速度  $V$  随着从位于主旋转轴附近的基片附近区域向外移向离开转轴处的离开区域的距离增加而逐渐减小。及/或转速  $\theta$  随  $x$  增大而减小,由此,可在整个涂敷基片上形成均匀的、一定厚度的薄膜。

## 实施例 2

下面,就本发明的第二实施例作一详细说明。

如在实施例 1 中所述,根据经涂敷层形成薄膜的类型及膜厚等,按式(1)及式(2)的条件,设定合适的  $K_1$ 、 $K_2$ ,从而可形成所需的薄膜。然而,关于据形成薄膜的过程等有必要对一些情况作进一步研讨。

例如,在约 10 秒内完成涂敷,并可形成约  $3.5\mu\text{m}$  厚的薄膜的式(1)中  $K_1=191.2$  的场合,使式(2)中的  $K_2$  变化至高达 60000,进行试验,其结果,不能得到平滑的薄膜,而是留有圆周状的条纹图案。

上述现象可视为发生于涂敷液的喷射液滴的微小化程度有限时,或转轴转速过低时等的场合。

在本实施例中,鉴于仅用涂液喷射头进行涂敷时,不能形成厚度很均匀的薄膜,为此配置了可将凹凸部位平整或光滑均匀的设备。

图 7 为本发明的第二实施例中的旋压涂敷装置的平面布置示意图。

在图 7 中,如同实施例 1,在转动聚碳酸酯制的涂敷基片 10 的同时,边使作为涂液喷射头的涂敷液喷头 70 作相对移动,边用具有 UV 硬化液的涂敷液形成薄膜。

在本发明的第二实施例中,再把空气流出头 71 设置在涂敷喷射

头附近。由此,在涂敷液沉积于涂敷基片 10 上之后,立即吹以空气流,使涂敷液流动,涂敷成膜光滑。

更具体地,在本发明的第二实施例中,使用 如同实施例 1 的油墨喷射头及涂敷液,并设定式(1)中  $K_1 = 191.2$ ,式(2)中  $K_2 = 60000$ ,进行研究。

首先,如无空气流出头 71,则残留有条纹图案,不能得到光滑涂敷层。

对此,如图 7,再设置了空气流出头 71,形成  $3 \sim 4 \mu\text{m}$  的均匀薄膜。

更具体地,所述空气流出头配置有 24 个孔径  $100 \mu\text{m}$  的喷孔,在约  $0.15 \text{kg}/\text{cm}^3$  压力下流出空气流,可以认为,空气的流出速度在  $100 \sim 200 \text{m}/\text{秒}$  范围,流动状态为空气湍流很少的层流。

图 8 显示了如何由空气流形成均匀的涂敷膜。

图 8 中,首先,在喷射液沉积于涂敷基片上后,相邻线条如 A 区域所示,立即呈互为分离状态。

其后,随时间延长,涂敷液蔓延,湿润基片 10,并导致呈另一个区域 B 所示的状态。如不加其它措施,则凹凸部分未被消去就干燥、硬化。

如果在凹凸部分干燥和硬化前,对涂敷液吹以空气流,处于凹凸状态的 B 区域的涂敷膜再起流动,并引起微小振动,其结果,形成如区域 C 的均匀薄膜。

如上所述在本发明第二实施例中,空气流出头设置在涂敷液喷射头 70 邻近,这样,在涂敷液沉积于涂敷基片 10 之后,以及在其干燥和硬化之前,立即吹出空气流,于是,涂敷液流动和振动从而可形成均匀的涂敷膜。

### 实施例 3

下面,就本发明的第三实施例作一详细说明。

本实施例为提高如同实施例 2 形成的薄膜的均匀性。在第三实施例中,使喷射液体带电,以获得薄膜的均匀性。

更具体地,在与实施例 1 结构基本相同的涂液喷射头的排气口 92 的表面上设置电极 93,由电源 90 在该电极 93 和保持于喷液口 91 内的喷射液 94 之间产生电位差,使喷射液滴 95 带电。本实施例所采用的涂敷基片 10 及喷射液体 94 与实施例 1 中的相同。

图 9 为本实施例的涂液喷射头的喷孔部分的放大图。

图 9 中,喷液口 91 和排气口 92 用绝缘材料制成,在排气口 92 的出口侧表面设有电极 93。

另外,图中连接有电源 90,从而在电极 93 和保持于喷液口 91 处的喷射液 94 之间施加上电位差。

在上述配置中,用电源 90 施加上电位差时,则喷射液 94 带电量,与电极 93 和喷射液 94 之间的静电容量有关。

喷向外侧的液滴 95 带电后飞散,到达并沉积于涂敷基片 10 上。

如上述方法带电的液滴 95,在沉积于如聚碳酸酯之类的绝缘材料制的基片上时,将保持带电状态。

接着,先前已在涂敷基片 10 上沉积有液滴 95 的沉积部分,和其次到达涂敷基片 10 的液滴 95 之间,因带有相同电荷而互为排斥,其结果,在沉积的液体在涂敷基片 10 上扩展的方向上产生作用。

更具体地,在本实施例中,使用了聚碳酸酯制的光盘和 UV 硬化液,并设定式(1)中  $K_1=191.2$ ,式(2)中  $K_2=60000$ ,在电极 93 和喷射液 94 之间具有约 600V 的电位差,10 秒钟完成涂敷。

在液体未带电的场合,残留有条纹图案,不能形成平滑薄膜,当在电极 93 和喷射液 94 之间产生电位差,使喷射液带电,则可形成  $3\sim4\mu\text{m}$  的光滑薄膜。

如上所述,在本实施例中,由设置在排气口周围的电极和喷射液之间产生的电位差,使喷射液带电,可形成均匀的涂敷膜。

另外,不言而喻,由于在本实施例中配置了使喷射液带电的设备,并且还设置了实施例2所述的空气流出头,从而在涂敷液沉积于涂敷基片上后,并在其干燥,硬化之前可立即吹以空气流。通过上述设施的组合,更可形成更可靠、更均匀的涂敷膜。

又,在上述任一实施例中,涂敷基片和涂敷液的种类并不限于例举的范围。本发明也可适用于形成涂敷在硅基片上的保护膜、以及玻璃基片、陶瓷基片、金属基片等上面形成具有电学、光学功能的功能性薄膜。不过,为了在涂敷过程中不使喷嘴堵塞,涂敷液最好是非快干型树脂溶液。

在本发明中,在控制角速度和移动线速度的条件下,涂敷基片和涂液喷射头在邻近转轴的区域和逐渐远离转轴的另一区域之间作互为相对的移动,与此同时,他们保持互为相对转动。在该运动中,涂敷液经涂液喷射头的多个喷嘴喷出、喷射在涂敷基片上,从而,在该涂敷基片上形成非常均匀的涂敷膜。

进一步,当设置有空气流出头时,在将涂敷液喷在涂敷基片上后,立即把空气流吹出。

更进一步,当设置有使从涂液喷射头喷出的液体带电的充电装置时,先前沉积于涂敷基片上的液滴的沉积部分和其后到达该涂敷基片的液滴之间发生互相排斥。其结果,该液体在其沉积于基片上的液体蔓延方向移动。

如上所述,本发明提供了一种薄膜形成装置,该装置结构很简单,可在涂敷基片的整个表面上形成均匀的薄膜,而不会浪费涂敷液,及引起薄膜的外周部分增厚。

本发明也提供一种具有高度灵活性的薄膜形成装置,从而该装置可按使用目的以各种方式改变操作条件,形成具有特定厚度的薄膜。

#### 实施例 4

以下所述是作为本发明的第四实施例,使用比电阻大于  $10^5\Omega\text{cm}$  的溶液形成薄膜的方法。

图 10A、10B 及 10C 为利用静电力喷射溶液时的喷射状态示意图。

在图 10A、10B 及 10C 中,编号 121、124、126 表示喷孔,122 表示被涂敷物件,123 至 127 表示溶液喷射状态。

当利用静电力喷射溶液时,其喷射状态可大致分类成如图 10A、10B 及 10C 所示的状态。

即,作为典型的三类喷射状态,图 10A 为溶液成单独的液滴 123 从喷孔 121 喷出、沉积溶于被涂敷物件 122 上的状态,图 10B 为溶液喷射时呈线状,仿佛从喷孔 124 拉出一条用编号 125 表示的丝状线,沉积于被涂敷物件 122 上的状态;图 10C 为溶液从喷咀 126 呈编号 127 所示的喷雾状喷出,沉积于被涂敷物件 122 上的状态。

为形成优良的薄膜,要求溶液呈图 10B 所形成拉丝状下喷出。根据本发明者的实验,发现,溶液的喷射状态与溶液的比电阻有关。即如该比电阻小于  $10^5\Omega\text{cm}$ ,则静电力不足以对该溶液起作用,因而得不到良好的拉丝状。所以,该溶液的比电阻最好不小于  $10^5\Omega\text{cm}$ 。

以下,详细说明该实验内容。

图 11 所示为用静电力喷射溶液,以及涂敷的基本设施的平面布置图。

在图 11 所示,128 为供液口,129 为喷液口,130 为溶液,131 为其上可由沉积的溶液形成薄膜的被涂敷物件,132 为设置于被涂敷物件 131 背面的背面电极,133 为喷孔,134 为高压电源。

在上述配置中,在背面电极 132 和喷孔 133 之间由高压电源 134 施加电压,产生电场。溶液在该电场作用下,由喷孔 133 喷向被涂敷物件 131。

图 12 用比电阻与所加电压之关系显示了以图 11 所示配置,利



用静电力喷射溶液时的溶液喷射状态。

在图 12 中,横轴表示溶液的比电阻,纵轴表示静电力产生的电场强度。又,a 区域表示溶液未喷射时的状态,b 区域表示溶液呈单独的液滴喷出时的状态(图 10A 的状态),c 区域表示溶液呈喷雾状喷出时的状态(图 10c 的状态),d 区域表示溶液呈拉丝状喷射时的状态(图 10B 的状态)。

如前已述,为形成优良图案的薄膜,有必要使溶液以可控制喷射溶液的拉丝状喷出。

因此,为获得如图 12 中的 d 区域的状态,其首要前提是选择溶液比电阻在  $10^5 \Omega \text{cm}$  以上。再者,调节能量(电场强度)大小,使其能使溶液呈拉丝状,则可得到能形成良好薄膜的喷射状态。

例如,近年来,正在开发中作为 DRAM 用的电容器及永久性存储器用材料的 MOD(金属有机沉积)溶液及溶胶溶液等,一般都将乙醇、甲醇等的烃系有机溶剂作为溶剂加入,这些溶液的比电阻,通常在  $10^7 \Omega \text{cm}$  以上。

如果采取使用压电元件的习用喷射法喷射这些溶液,则产生气穴现象,不能进行良好的喷液。然而,如以本实施例的装置喷射溶液,则如图 12 所显示,由于溶液具有  $10^5 \Omega \text{cm}$  以上的高比电阻,就可以稳定的拉丝状喷射溶液。因而,可省去曝光及蚀刻工序,在基片的任意部位直接形成压电薄膜及电介质薄膜。

不用图 11 的配置,以图 13 所示的配置,则溶液喷射的情况一样。

图 13 的配置与图 11 的配置在以静电力喷射溶液的原理上类似,但其不同之处在于,前者在涂敷物件 135 上部形成的金属膜 135a 被用作产生电场的一个电极。可按用途不同,选用上述任何一种配置。

其次,就实际应用上述薄膜形成方法的薄膜形成装置作一详细

说明。

图 14 所示为根据本发明的第四实施例的薄膜形成装置。

在图 14 中,137 为喷射溶液的喷液部件,138 为由溶液喷射在其上面形成薄膜的被涂敷物件,139 为加热被涂敷物件 138 的加热板,140 为移动被涂敷物件的 X—Y 构架,该构架具有在 x 方向上移动被涂敷物件 138 的马达 140x,和在垂直于 x 向的 y 方向上移动被涂敷物件的马达 140y,该构架 140 可在该物件 138 上之任意部位喷射溶液形成薄膜。141 为防止从加热板 139 产生的热传递而配置的绝热板,142 为配置有马达 142z 的 Z 构架,该 Z 构架 142 可使喷液部件 137 沿垂直于 X 和 Y 方向的 Z 方向移动,并可使喷液部件 137 定位于垂直方向。143 为贮存喷射溶液,并供液至喷液部件 137 的溶液供给部件。

再有,控制部件 144 用于对溶液喷射部件 137 的喷射量控制、加热板 139 的温度控制、及 X—Y 构架 140 和 Z 构架 142 的移动距离的控制。

在如上的装置结构中,在以 Z 构架 142 定位溶液喷射部件 137 的位置后,溶液即按前述喷射原理从溶液喷射部件 137 喷向被涂敷物件 138。此时,按需要,使 X—Y 构架在喷液过程中或喷液完毕后移动。

而且,因设置了加热被涂敷物件 138 的加热器—加热板 139,可以在将溶液喷射于被涂敷物件 138 上后,由加热涂敷物件 138,可迅速蒸发溶剂,形成薄膜,于是可缩短形成薄膜所需的时间。

另外,采用灯作为加热器的方法等,也可获得同样的效果。

当然,如有足够的时间在室温下干燥,则可不必要进行加热。

又,基片不限于平板状,用同样的方法也可使曲面状的基片等形成薄膜。

再有,对图 14 所示的装置结构,又补充入惰性气体的功能,该情

性气体可作为形成薄膜的周围环境气体。由此,可不受大气的影响更不会出现使喷射的溶液与大气中的水份等起反应,使其自身特性劣化的现象,从而可使溶液保持其特性。

充入作为形成薄膜的周围环境气体的惰性气体方法,例如,可用容器把形成的薄膜密封起来,在高于大气压下将惰性气体导入其中;或者,可用真空泵等在形成薄膜的区域和大气间产生压差,从而将惰性气体充入形成薄膜的区域。

又,喷射溶液的溶液喷射部件 137 的喷头,也可是具有多个喷咀的多喷孔喷头,这就可同时用各种不同溶液形成薄膜,或可同时作成具有一定间隔的多个环路图纹,从而提高了生产效率。

#### 实施例 5

下面,就本发明的第 5 实施例作一说明。

实施例 4 中,就比电阻较高( $10^5 \Omega \text{cm}$  以上)的溶液作了阐述,在本实施例中,就比电阻较低的溶液( $10^5 \Omega \text{cm}$  以下)喷射作一说明。

在一部分市售的溶胶溶液中,例如,以醋酸为主溶剂的  $\text{SrTiO}_3$  溶胶溶液等,其比电阻低如约  $4 \times 10^3 \Omega \text{cm}$ ,因此,不会由静电力产生线条现象,于是无法按照实施例 4 的原理喷实现稳定的溶液喷涂。

可以认为,上述现象的原因在于,醋酸盐在溶剂中成为离解的离子,降低了比电阻。

因此,为提高比电阻,将疏水性的有机溶剂异丁基苯作为第二溶剂,以 1:1 之比混合于该混液中,如图 12 的 d 区域所包含的,比电阻上升至  $10^7 \Omega \text{cm}$ ,于是可进行良好的溶液喷涂。

如上可见,除了可充分溶解介质的第一溶剂之外,再使用以调节比电阻为目的的第二溶剂,由此可制得可由静电力进行良好喷涂的溶液。

上述第二溶液通常最好是极性低于第一溶液的有机溶剂,且,可与第一溶液良好溶混,例如,脂族烃,环烷烃,以及一烷基或二烷基

萘, 异丙苯等的芳香烃等的有机溶剂。

然后, 可通过如同实施例 4 的喷射后的工序, 形成薄膜。

#### 实施例 6

以下, 就本发明的第六实施例作一说明。

在本实施例中, 就粘度较高的溶液(10~20cp 以上)、特别是树脂溶液的喷射作一说明。

使溶解了树脂的溶液喷在被涂敷物件上, 其后干燥该溶液, 得到树脂薄膜的薄膜形成方法, 可考虑用于各种用途。例如, 可用于制作电子元件电路时的屏蔽材料。

而且, 由于这些溶液一般粘度较高, 为 10~20cp 或更高上, 在用已往的压电喷涂法时, 无法喷去, 或喷出不稳定。

然而, 已发现, 如使用静电力的喷射法, 即使用粘度为 20~30cp 的树脂溶液, 也可制成高质量的图案。

应注意, 某些树脂溶液的比电阻低于  $10^5 \Omega \text{cm}$ 。

参见图 12, 可认为这些低比电阻的树脂溶液无法作喷涂, 但根据本发明者对树脂溶液的研究, 例外地发现: 即使比电阻低时, 也可产生拉丝状态。

例如, 添加了 PVA(聚乙烯醇)5% 的 PVA 水溶液的比电阻为约  $500 \Omega \text{cm}$ 。它用静电力的喷液方法, 可进行拉丝状的溶液喷射。

可以认为, 在某些情况下作为由静电力产生拉丝现象的物理性能值的要素, 不仅可考虑比电阻值, 且可考虑溶质自身分子量的大小。

有关树脂溶液更易产生拉丝现象的原因, 尽管未明确, 但可认为, 由于高分子蛋白质易拉丝, 高分子树脂也更易发生拉丝现象。

然后, 可通过如同实施例 4 的喷射后的工序, 形成薄膜。

通过上述方法, 在树脂用作喷射溶液时, 可充许比电阻在相当扩大的范围内形成薄膜。与通常的电子元件系统制作时, 掩膜的形成须

要涂敷树脂、曝光、蚀刻等多道工序相比较,在根据本发明第四实施例的喷液原理,由树脂溶液形成薄膜时,仅以一道工序即可形成掩膜,于是,在减少制作电子元件电路的工序及降低电子元件电路的价格等方面取得了很大的效果。

#### 实施例 7

下面,就本发明的第六实施例作一说明。

在本实施例中,说明了一种形成金属薄膜的方法。

如果,可将含有金属细粉的溶液直接喷在被涂敷物件上形成薄膜,则可直接形成精细的连接线,从而,可在电路的小型化,及低价格化上取得很大的效果。

采用分散剂,使金属细粉末悬浮,可制得稳定地含金属细粉的溶液。

作为分散剂的例子,有表面活性剂,该表面活性剂可吸附于固—液界面处,降低和稳定了界面能。

即,因表面活性剂可在微粒表面形成吸附保护覆盖膜,在使表面活性剂稳定分散的悬浮液中,在各个微粒间不会发生直接接触和碰撞,因此,可作为导电率低、即比电阻在  $10^5 \Omega \text{cm}$  以上的溶液。

另外,吸附保护膜也可仅用表面活性剂形成,但也存在增强表面覆盖膜的物质。

所述物质通常指保护胶体或乳化稳定剂,添加该些物质可完全避免微粉间互相碰撞,制得电性能稳定的悬浮液。

作为保护胶体,已知有植物胶、淀粉、褐藻酸盐、蛋白质、卵磷脂、(含)纤维的醚(ether with fiber)、聚乙烯醇、聚乙烯吡咯烷、聚丙烯酸酯衍生物、胶态氧化硅等。

通常,微粒的分散剂,其粒径在  $0.1 \mu\text{m}$  以下时称为胶体、其粒径在几个  $\mu\text{m}$  至  $0.1 \mu\text{m}$  时称为乳胶。

上述微粒分散剂已在市场上有售,在本实施例中,使用了把真空

冶金株式会社制的银微粒分散于甲苯溶液中的、含银 30%(重量)的任意分散的超细微粒溶液。

该分散微粒由蒸发法在气体环境内生成,粒径在  $0.1\mu\text{m}$  以下,作胶体状分散的每个粒子不发生凝集地,任意分散,因此,溶液的比电阻较高约  $10^7\Omega\text{cm}$ 。

将该微粒分散剂用静电力喷在被涂敷物件上,即可产生具有良好拉丝现象的喷液。

其后,将喷在被涂敷物件上的分散剂在  $300^\circ\text{C}$  加热,分散液即成具有导电性的银薄膜。

可以认为,这是由于,覆盖了银微粒的表面活性剂或保护胶体受热熔化和蒸发,银粒之间互相接触凝聚而成。

当然,而如同前述,该加热工序也可因场合不同予以省略。

如上所述,即使微粒本身具有较低的电阻的特性,但由作成覆以绝缘材料的微料,形成喷射溶液的话,则可由静电力进行良好的喷液,形成薄膜,并可直接形成细微的线路,这在降低电路价格及对带曲面的被涂敷部件配线上,可取得很大成效。

#### 实施例 8

下面,说明本发明的第八实施例。

在本发明的第四至第七实施例中,说明了仅利用静电力作为喷出溶液的方法,而另一方面,在本发明第八实施例中,除了静电力之外,再对溶液辅以施加由压电元件等产生的振动时情况作一说明。

图 15 所示为组合使用静电力和压力波,使喷孔 190 喷射溶液的配置。

在图 15 所示中,147 为喷口,148 为用于在溶液上发生压力波的压电元件,149 为压力室,150 为供液口,151 为背面电极,152 为高压电源,153 为被涂敷物件。

在上述结构中,对压电元件 148 加上电压,使其变形,从而压力

在上述结构中,对压电元件 148 加上电压,使其变形,从而压力室 149 的容积发生变化。

压力室 149 的容积变化使喷口 149 内的溶液产生流动,当该流动大于一定值时,溶液即成液滴喷向被涂敷物件。

又,在压力室 149 内的涂液和背电极之间存在着电场的作用,其作用力将涂液吸向被涂敷物件。

在对溶液施加静电力时,或者在既有压电元件产生的压力波又有静电力时发生溶液的喷出。可不用对溶液施力,溶液因表面张力而保持于喷口 147 处。

使用上述装置,就仅使用静电力的场合和结合使用静电力与压力波二者的场合时产生的溶液喷射作了研究,其结果示于图 16。

图 16 所示曲线,联结了溶液开始喷出点。

当没有压电效应产生的压力波作用于溶液时,C 点需要静电力(相当于图 12 的电场强度,2KV/mm),但对溶液施加压力波至 D 点,则可显示,随压力波增大,可相应减小静电力。

此时,施于溶液的压力波大小随压电元件的材料和尺寸、贮液室的结构、喷孔的孔径、喷出液的物理特性值等不同,通常、施于压电元件上的电压值为 50V 至 500V。

该实验结果表明,比起对溶液仅作用以静电力的喷液法,在静电力之处再辅以施加压力波,即可降低实施例 4 的图 12 所示的喷液起始电压,从而可在更宽区域产生拉丝现象。

参照图 17,再说明上述事实。

图 17 表示了在对溶液加上如图 16 中的 E 点表示的静电力和压力波时,溶液的比电阻值和喷液开始时所施加电压之间的关系。

在图 17 中,虚线 F 为仅用静电力时的喷液起始电压(相当于图 12 中的曲线 A),曲线 G 为具有静电力和压力波时的喷液起始电压。

在静电力上再施加压力波的喷液方法,使溶液的喷液起始电压

下降,溶液产生拉丝现象的区域可在仅有静电力时的d区域上,再加上e区域,因此,可使用比电阻值较低的溶液,结果可扩大喷液的选择范围。

然后,采用如同实施例4喷液后的工序形成薄膜。

如上可见,对喷液不仅施加静电力,也施加压力波,则与仅用静电力的喷液法相比,扩大了所选用的喷液种类,于是可形成薄膜的类型增多,可对电路元件或微机的制造产生很大影响。

在实施例4至实施例8所述方法,使所用的溶液喷成拉丝状。然而,本发明并不限于此,溶液的比电阻可调节,从而可按涂敷的要求,使溶液形成如图10A所示的液滴状,或如图16c所示的喷雾状。

本发明的上述装置,对可用于喷射的溶液种类没有实质上的限制。

进一步,当喷出的溶液可稳定地形成拉丝状时,就能形成精细的薄膜。

如上所述,根据本发明,使用溶液状物质作为薄膜形成材料;并仅以静电力;或除了静电力外,再加上压电效应作为喷出薄膜形成材料的方法,把所述薄膜形成材料的溶液喷在薄膜形成物件上。然后通过加热蒸发去溶液中的溶剂,或使该溶液在室温下静置一特定时间。这样,与习用的薄膜形成方法相比,前者对可用于喷涂的溶液种类基本上无限制,且当使喷涂液形成拉丝状时,可形成优质薄膜,其结果,可对制作各种电路及装置提供很大的便利。

此外,所设置的涂液喷头的结构可能可使压差从供液源向外施于在喷液孔口处形成的弯液面。在该例中,排气孔也可正对着喷液孔设置,这样,空气流可经由位于喷液孔和排气孔之间的孔隙吹出。其中,近于排气孔一侧的喷液孔的空气压力,小于由供液源一侧施于喷液孔处形成的弯液面上的气压,从而使该液体可载于空气流上向外喷出。



## 实施例 9

下面,说明本发明的第九实施例。

图 18 为用于根据本发明的第九实施例的薄膜形成和装置方法的旋压涂敷装置的结构示意图。

图 18 中,10 为涂敷基片,161 为涂液喷头,162 为喷孔。

这里,涂液喷头 161 使液体从微小喷孔(通常在 0.1mm 以下)喷出,并在电信号控制液体的喷出状态下使应用沉积于记录体上。

又,喷孔 162 有多个喷孔,并以一定间隔设置于旋转的涂敷基片 10 的径向。

下面,以该结构,说明薄膜形成的工序。

首先,例如,采用图 5 中类似的驱动控制装置,通过图 5 中微电脑 53 进行控制,同时使涂敷基片 10 保持低速转动,使涂敷液 163 从涂液喷头 161 上的喷孔 162 喷向涂敷基片 10,涂布液 163 开始沉积于涂敷基片 10 上。

然后,涂敷液从涂液喷头 161 上的喷孔 162 不断喷向涂敷基片 10。同时涂敷基片 10 继续以低速转动,直至使涂敷液 163 大致沉积于涂敷基片 10 的整个表面上为止。该低速旋转只要使其转速足以使涂敷液沉积于涂敷基片 10 的表面上即可。

此时,如多个配置的喷孔之间的间距过大,使由相邻喷孔形成的涂敷液的线条互不重叠合,并互为隔开时,则通过图 5 中的微电脑控制 53,在涂敷基片 10 的径向移动涂敷喷头 161 的同时,低速转动涂敷基片 10 多次,使涂敷液无间隙地沉积在涂敷基片 10 的整个表面上。

接着,通过图 5 中的微电脑控制,在确认涂敷液基本上已沉积在涂敷基片 10 的整个表面上后,以高于先前的低速转动涂敷基片 10,使过多涂敷的涂敷液飞溅出去,同时,进一步提高了涂敷膜的均匀性,通过上述方法在涂敷基片 10 上形成薄膜。

习用的旋压涂敷装置的涂液喷孔,其内径为 6.5—1mm,难以进行微量喷液量的精确控制,使用本实施例的涂液喷头 161,即可绘作高质量的图案,并形成均匀的、极薄的薄膜。

再有,根据第九实施例,涂敷液预先由涂液喷头 161 涂敷于涂敷基片 10 的整个表面上,高速回转时飞散的涂液量可降至很低,于是可降低生产成本,且大幅度缩短操作时间。

#### 实施例 10

下面,就本发明的第十实施例作一说明。

图 19 所示为旋压涂敷装置的主要部件截面图,图中显示了根据本发明第十实施例中的薄膜形成方法所使用的涂敷喷头的具体结构。

一般,涂敷喷射记录系统有多种类型。包括,由热能产生气泡,并以气泡产生的压力喷出液体的气泡喷射系统,及,由压电元件压缩贮液室,并按要求以其压力被喷出液体压电类型系统等。上述这些系统对可用于喷液的液体限制很多,例如有关粘度,只能用粘度为 1—5cp 的很小范围内的液体。

使用如图 19 所示的、称为静电吸引系统装置的涂液喷头,则可喷涂粘度较高(约 100cp 或以下)的液体。

在图 19 中,170 为涂敷基片,171 为静电吸引系统的涂液喷头,172 为喷嘴,183 为基片固定架,它有金属之类的导电物质构成,也起电极作用。

又,174 为高电压发生器,175 为贮液室。

以下说明上述结构的旋压涂敷装置的操作过程,本实施例薄膜形成的操作过程本身基本上类似于第九实施例。

首先,低速转动涂敷基片 170,同时由高电压发生器 174,于设定时间内在基片固定架 173 和贮液室 175 之间施加高电压脉冲。

在施加高电压脉冲期间,形成于喷孔 172 处的弯液面被吸向基

片固定架 173, 喷出, 并沉积于涂敷基片 170 上。

通常, 如将喷孔 172 和基片固定架 173 之距离定为 2—3mm, 则可由 2—4KV 左右的电压喷出液体。

在如上的静电吸引系统涂液喷头中, 适用粘度在约 100cp 以下的高绝缘性有机溶剂的溶液, 因此可喷涂聚酰胺液及保护液等。

接着, 在确认涂敷液 177 基本上已沉积于涂敷基片的整个表面上后, 以高于先前的低速转动涂敷基片 170, 使过多涂敷的涂敷液飞溅出去, 同时, 进一步提高了涂敷膜的均匀性, 通过上述方法在涂敷基片 170 上形成薄膜。

在本实施例中, 绘作比习用的旋压涂敷装置质量更高的图案, 并形成均匀的、极薄的薄膜。

再有, 因涂敷液 177 预先由使用了静电力的涂液头 171 喷涂于涂敷基片 170 的整个表面上, 高速回转时飞散的涂液量可降至很低, 于是可降低生产成本, 且大幅度缩短操作时间。作为上述涂液喷头, 也可使用如图 2—4 所示的第一实施例的涂液喷头。

另外, 如第九及第十实施例所述的涂液喷头用图 4 的电磁阀 41 加以控制, 则如本发明说明的, 尽管该涂液喷头的高速适应性较差, 仍可不需绘作细微图案, 毫无问题地实用于欲形成均匀薄膜的物体上。

进一步, 第九及第十实施例的系统是一种简单压力控制型的系统, 很少受液体物理性能值的影响, 例如, 粘度、表面张力、比电阻, 由此, 可应用液体的自由度很大, 为又一优点。

又, 在第九及第十实施例中, 涂敷基片水平设置, 而竖轴作为转动轴, 液体从上喷出。不过, 本发明并不局限于上述结构, 只要结果可形成所需性能的薄膜即可。

如上可见, 根据本发明, 具有多个微小喷孔的涂液喷头和基片以较低速度互为相对转动, 于此同时, 在涂敷液大体沉积于基片的整个

表面上后,则该基片以较高速度作相对转动,由此得到均匀涂敷的薄膜。这样,由于液体的飞溅造成的浪费可减至最小,从而使本发明可提供一种操作成本低、且加工速度高的薄膜形成方法。

进一步,通过涂液喷头的使用,可绘作高质量图案,及形成更均匀、非常薄的薄膜。

此时,如果使用一静电吸引系统的涂液喷头,可采用粘度小于约100cp、具有高绝缘性的有机溶剂溶液,因此可喷涂聚酰胺液、保护液、及其它液体等。

又,如果使用利用空气流的涂液喷头,由该系统受液体物理性能值的影响更小,例如,粘度、表面张力、及压电值,这样,可使用液体的自由度将很大,这可作为又一优点。

#### 实施例 11

图 22 为根据本发明的第十一实施例的薄膜形成装置 301 的透视图。

在图 22 中,该薄膜形成装置 301 包括:分段支承可转动的光基片(下面简称为基片)302 的基片支承部件 303、向着由基片支承部件 303 支承的基片 302 喷涂涂敷液的喷液头 304、一用于对该喷头 304 供应液体的供液部件 305、使喷头 304 从基片的中心部位径向移动至外周侧的喷液头移动部件 306、及用于控制基片支承部件 303 供液部件 305,喷液头移动部件 306 的控制部件 307。

基片支承部件 303 具有基片支承底盘 310,该底盘 310 为圆盘形,可转动,并起吸持基片 302 的作用,基片转动马达 311 用于转动基片支承底盘 310。设置了覆盖基片 302 外周侧的罩盖 312,以包围基片支承部件 303。

如图 23 所示,喷液头 304 具有,其直径渐增的 7 个涂液喷头型的喷孔 315a—315g。这些 315a—315g 的喷孔孔径按照在外周侧壁增加的涂敷面积而定。喷孔 315a—315g 在一个方向上排列成一行,

而且既可沿喷孔的径向排列,也可与该径向相交成一定角度排列。另外,由于在基片 302 的外周侧的涂敷面积大于基中心部位的涂敷面积,最小孔径的喷孔 315a 置于该基片 302 的中心部位,而最大孔径的喷孔 315g 置于外周侧。

液体供应部件 305 由,例如,可调节排放量的计量泵、或一加压密封贮槽构成。供液部件 305 根据涂敷面积,操作时间及薄膜厚度所定的恒定排液量,向喷液头 304 供应液体。

喷射移动部件 306,在如图 22 中实线所绘作的起始位置和由二条虚线所绘作的向后移位置之间沿基片 302 径向移动喷射头 304。该喷头移动部件 306 包括:顶端附有喷液头 304 的臂杆 320,移动框架 321,一对上下导杆 322,固定框架 323,螺杆 324,移动马达 325。臂杆 320 的中间配置有轴销 324a,用于调节喷头 304 围绕立轴的安装位置。移动框架 321,使其附在臂杆 320 的基面端。一对上下导杆 322 引导移动框架在水平方向移动。固定框架 323 固持二导杆 322 的二端,并旋转支承螺杆 324,螺杆 324 在二导杆 322 与导杆 322 之间平行设置,其中一端连接有移动马达 325。由导杆 322 作滑动支承的导引轴承(图中未示)安装于移动框架 321 内。

如图 24 所示,控制部件 307 包括:含 CPU、ROM、RAM 等的微电脑。供液部分 305、基片旋转马达 311,移动马达 325,及其它输入-输出部件等连接于控制部件 307 上。连接于控制部件 307 的还有:包括起动操作的起动键在内的输入键 330、以及包括用于控制螺杆 324 的旋转位置和基片驱动部件 311 的转速所用传感器在内的各种传感器 331。

其次,按图 25 所示的流程图,描述前述实施例的操作。

如图 25 中的步骤  $S_1$ ,作起始设定。由该起始设定,喷液头移动部件 306 将喷液头 304 移至如二点虚线所绘作的向后移的位置。在步骤  $S_2$  中,准备把基片 302 安装于基片固定底盘 310 上。当基片 302

安装于基片固定底盘 310 上,流程进至步骤  $S_3$ ,在步骤  $S_3$ ,喷液头 304 由喷液头移动部件 306 带至图 22 中实线所绘作的起始位置。在步骤  $S_4$  中,基片旋转马达 311 开动,基片 302 以恒定转速转动。在步骤  $S_5$  供液部件 305 起动,液体从喷液头 304 喷涂向基片 302。然后,步骤  $S_6$ ,喷液头 304 向着基片 302 的外周侧作恒速移动。在步骤  $S_7$ ,准备把喷液头 304 移达涂敷端位。当喷液头 304 到达该涂敷端位时,流程进入  $S_8$ 。在步骤  $S_8$  中,基片转动马达 311,移动马达 325,及供液部件 305 停止运行。在步骤  $S_9$ ,基片转动马达 311 以高速旋转,于是使多余液体飞散出去。在步骤  $S_{10}$ ,对另行配置的基片传送系统发出送出基片的指令,流程由此又返回至步骤  $S_2$ 。

在上述情况,喷嘴孔 315a 至 315g 的孔径设计是按其随涂敷面积的增大而增大。因此,通过在恒速下的简单控制旋转基片 302 及恒速下移动喷头 304 的简单控制,可形成具有厚度的很均匀的薄膜。

根据第十一实施例,涂液喷射头具有多个喷涂部件,该喷涂部件由喷孔构成,并朝一个方向安置这样使喷液量朝着一个方向渐增,其中,喷液量最小的喷液部件置于基片的附近区域。因此,从该喷液部件喷出的液量随着从该基片的附近区域侧(中心侧)移向该基片的分离区域(外周)侧而逐渐增加。这样,在涂敷面积大的基片的外周侧,喷涂量较大,于是可由简单的控制获得非常均匀的、具有一定厚度的薄膜。而且,当涂液喷射头相对于基片移动时,即便基片大于在一个方向上的喷液区长度,也可形成薄膜。进一步,在向着基片外周进行移动时,只要通过喷嘴孔径的渐增,可很容易增加喷液量。

#### 其它实施例

(a) 如图 26 所示,在喷液头 404 中,例如,所设置的 9 个具有相同直径的喷孔 435a 至 435I,随着涂敷面积的增加。其间距逐渐减小。

在该例中,在向着基片的外周进行移动时,只要通过逐渐减小喷嘴孔的间距,即可容易地增加喷涂量。

组,可以相同间隔设置,喷孔组 504a 至 504f 的喷孔数可随涂敷面积的增加而增加。在该例中,喷孔的排列方向是可使喷孔组成交叉排列的方向,或者,该些喷孔可按圆周形排列。

在上例中,在向着基片的外周进行移动时,只要通过逐渐增加各喷孔组的喷孔数,即可很容易增加喷涂量。

(c) 如图 28 所示,在喷液头 604 中,喷孔 615a 至 615e 可以相等间距设置,又,由逐渐减小施于喷头 615a 至 615e 的液体压力来控制流速的一组薄边小孔 636 可设置于该喷液头 604 中。

在该例中,用作流速控制元件的薄边小孔 636,控制了喷孔的喷液量,使该喷液量向着基片的外周侧逐渐增加。由此,用简单的控制即可向着基片外周侧增加喷涂量。

(d) 可移动基片固定部件,以取代喷液头的移动。

如上所述,根据本发明,从喷喷涂部件喷出的液量随着喷头从基片的中心侧向着基片的外周侧的移动而逐渐增加。这样,在外周侧的喷涂液量增大,且涂敷面积亦增大,于是用简单控制法,即可制得尽可能均匀的膜厚。

以上,参照附图,结合优选的实施例,对本发明作了充分说明,但对本领域技术人员来说,各种变化和修改都是显见的。这些变化和修改应理解为包括在所附的权利要求书所定义的本发明的范围之内,除非违背了本发明的范围。

# 说明书附图

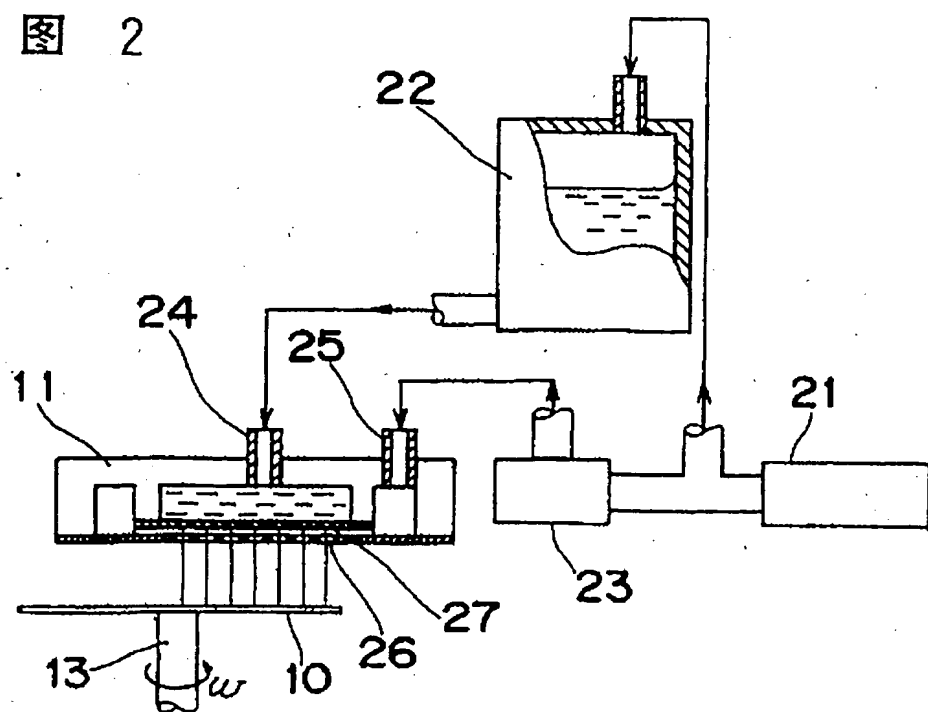
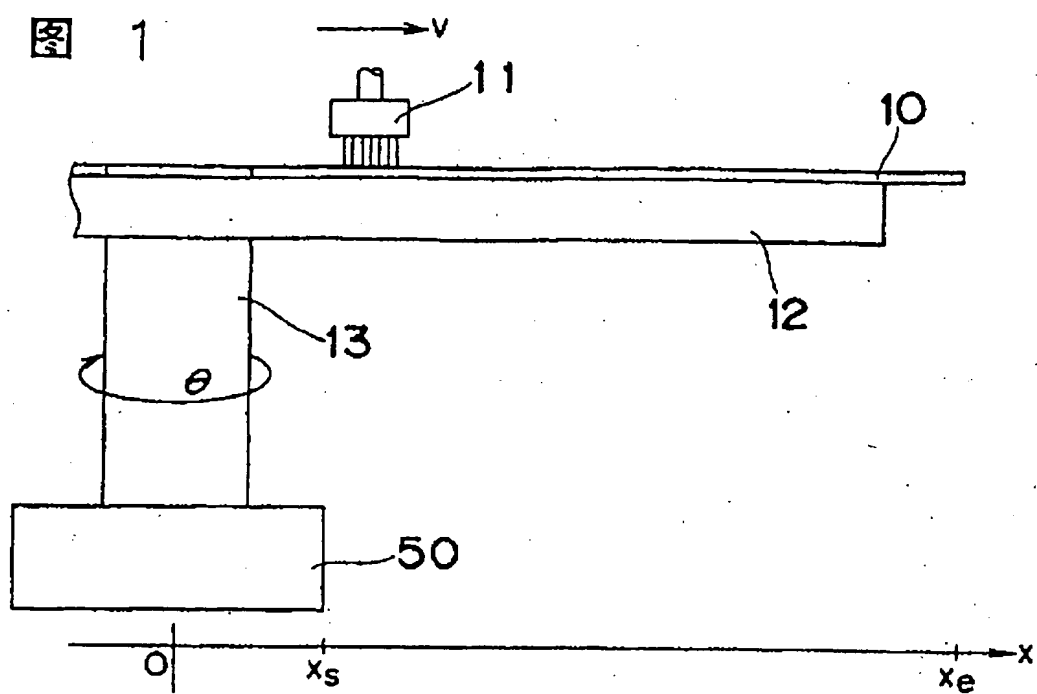




图 3A

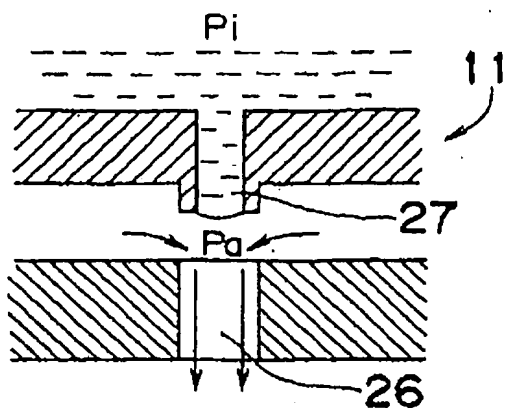


图 3B

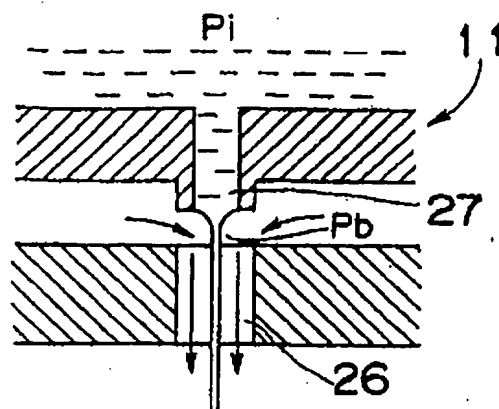


图 4

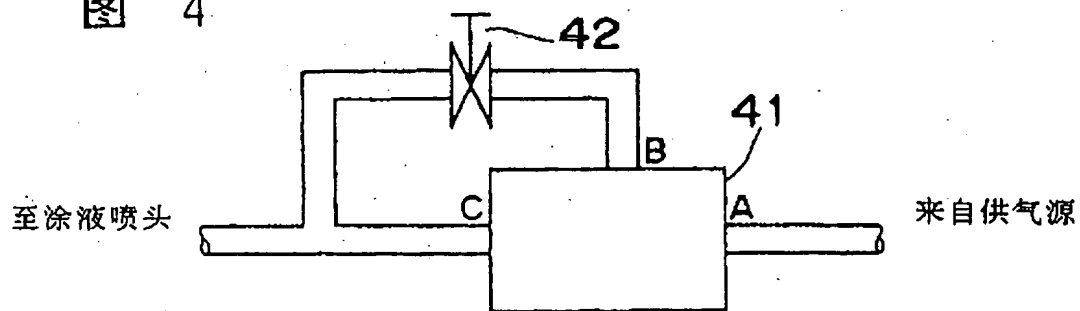
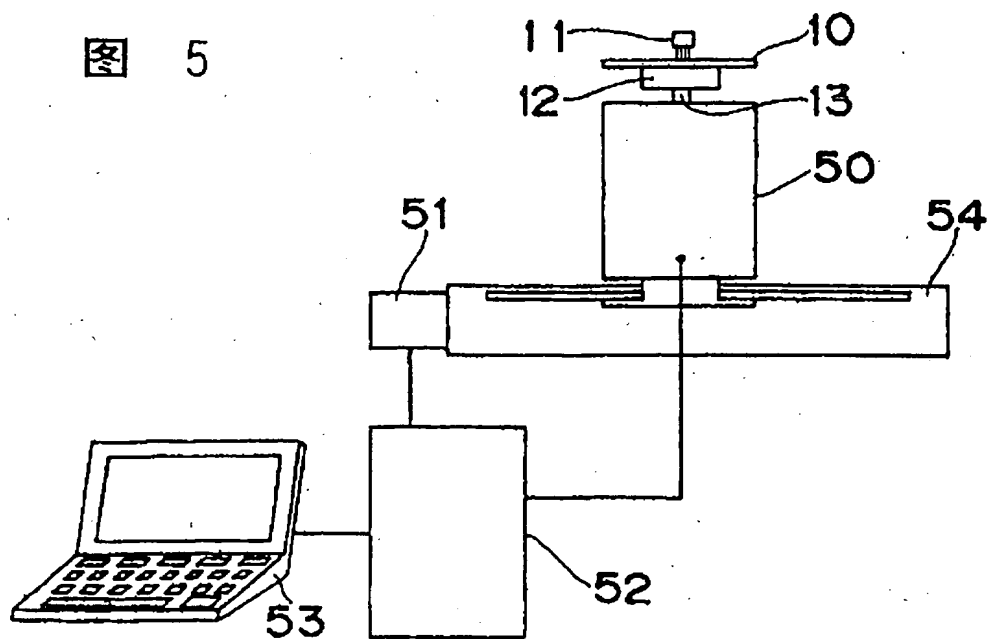


图 5



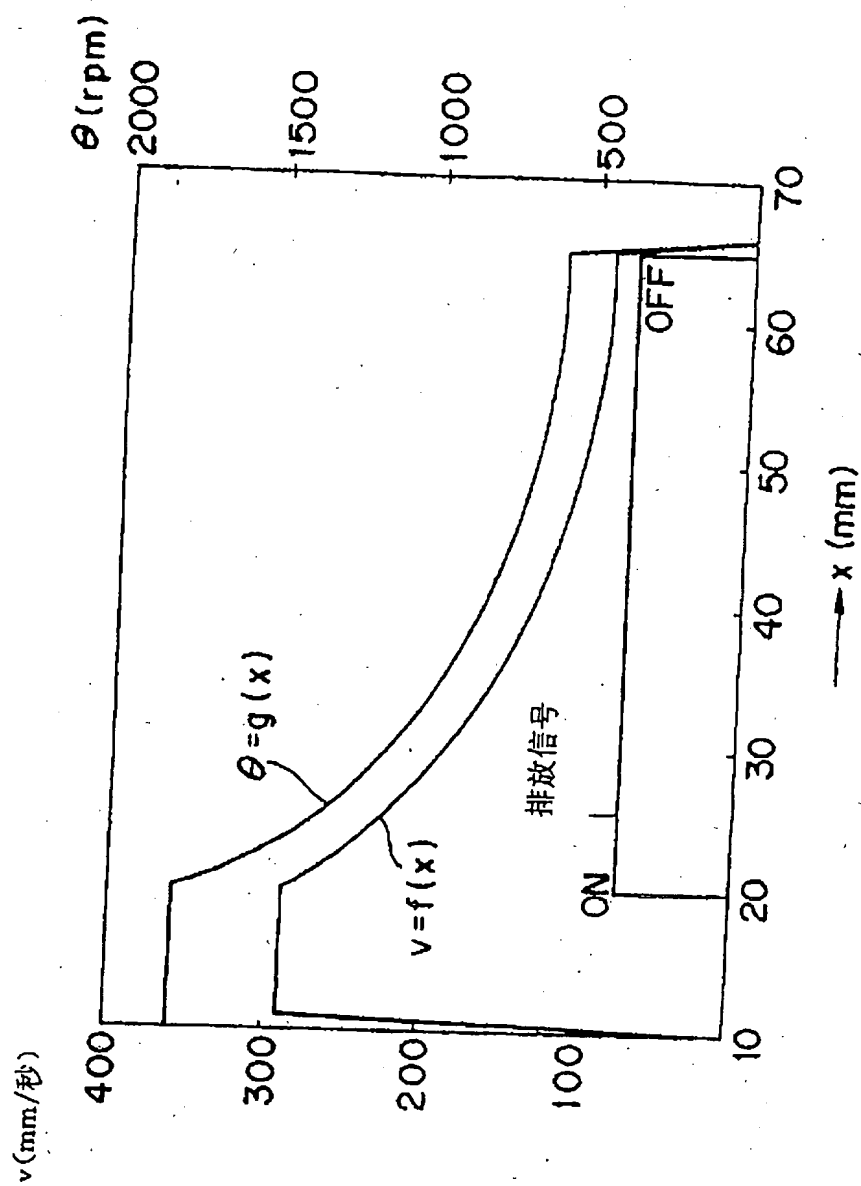


图 6

图 7

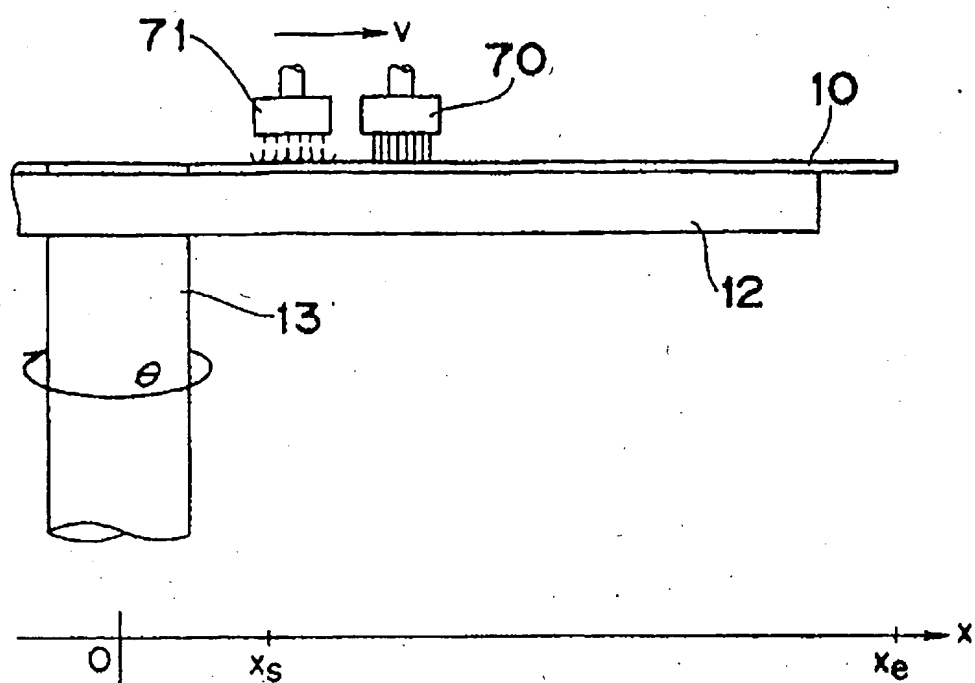


图 8

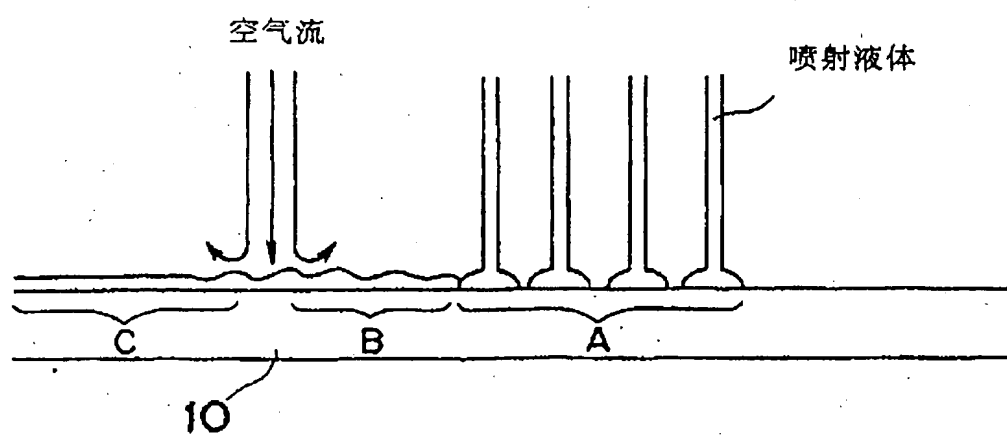


图 9

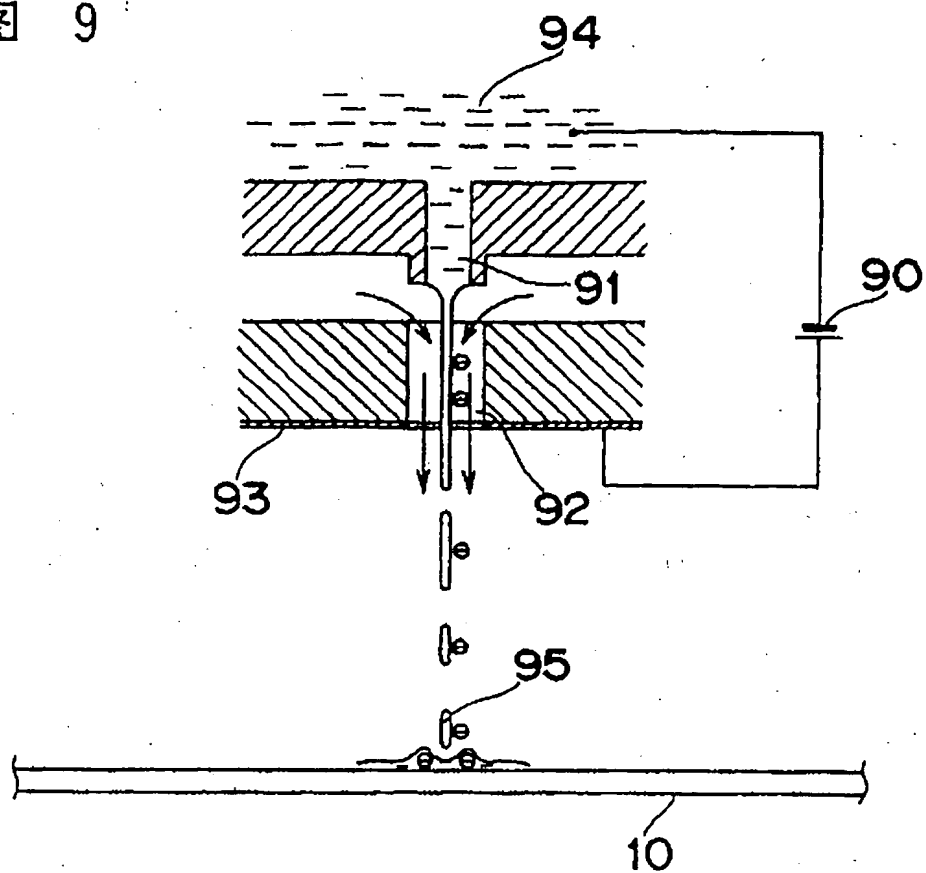


图 10A

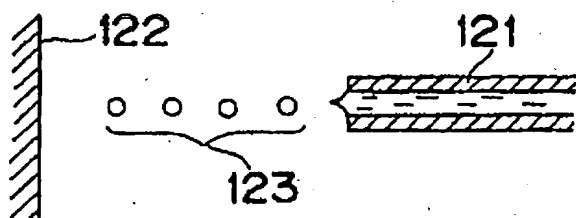


图 10B

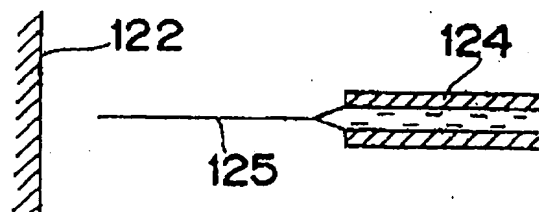


图 10C

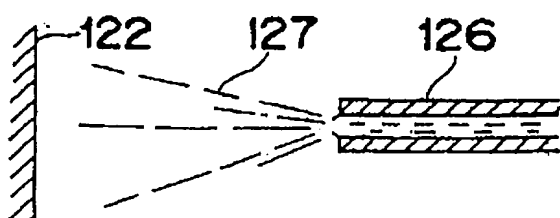


图 11

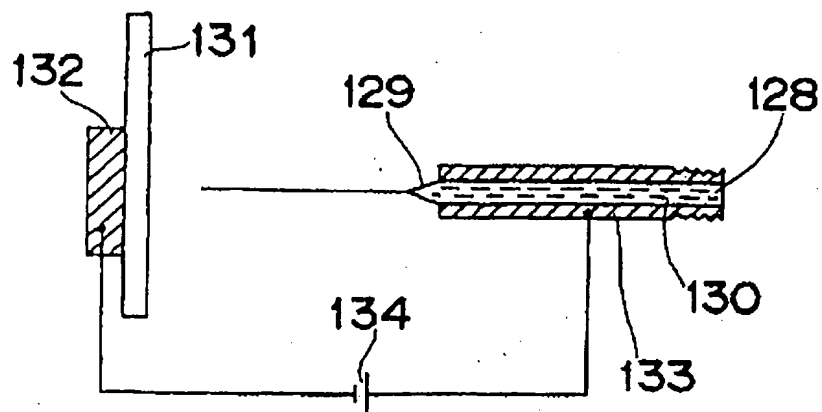


图 12

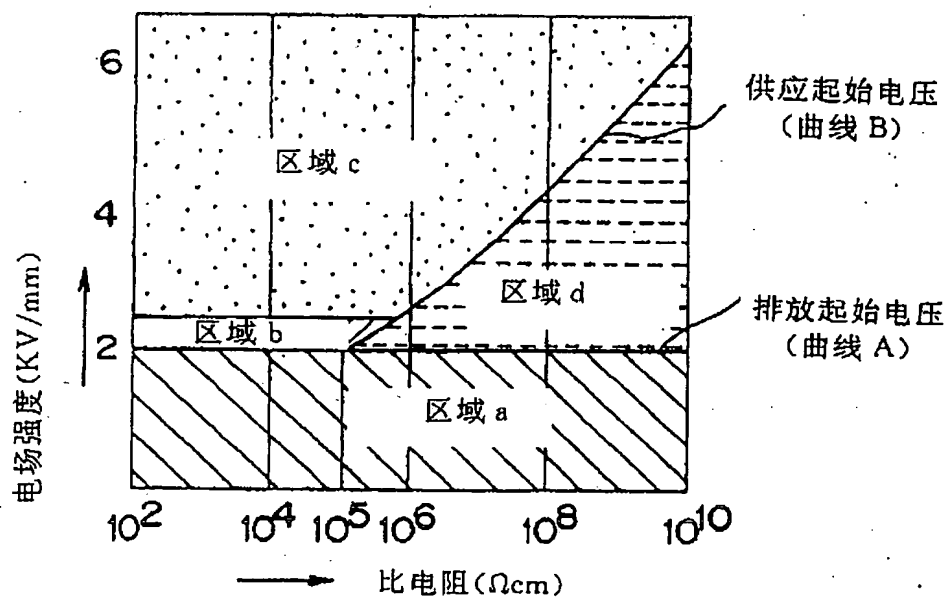


图 13

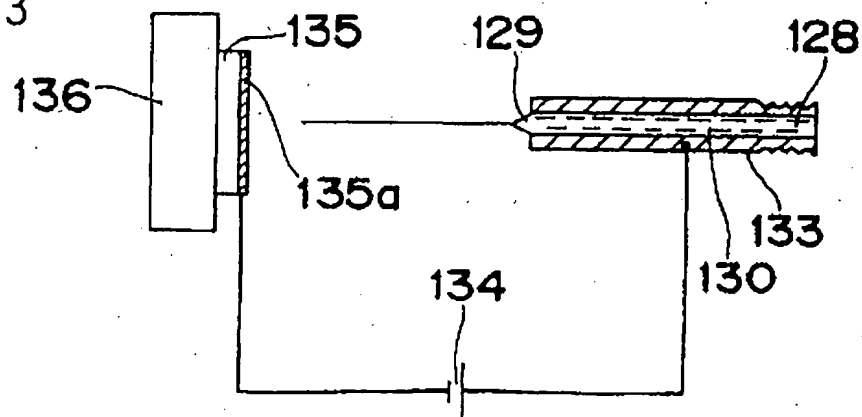


图 14

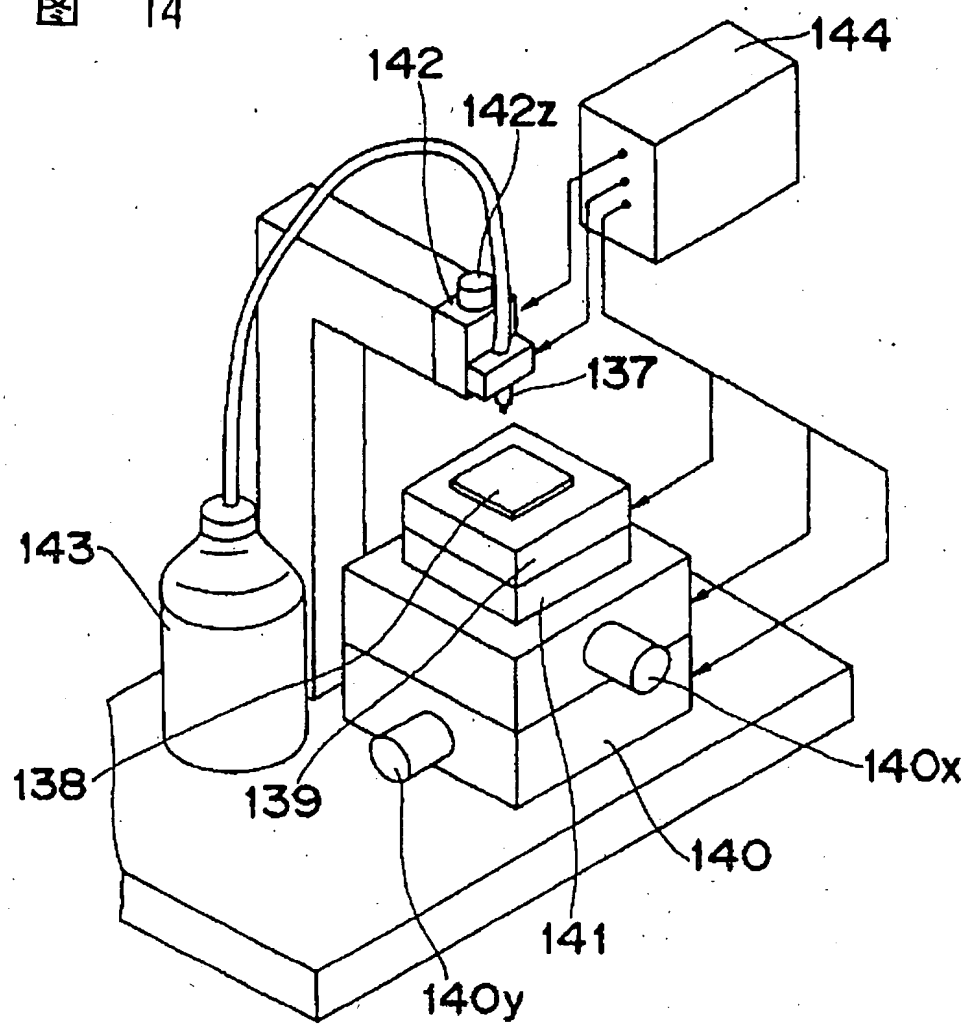


图 15

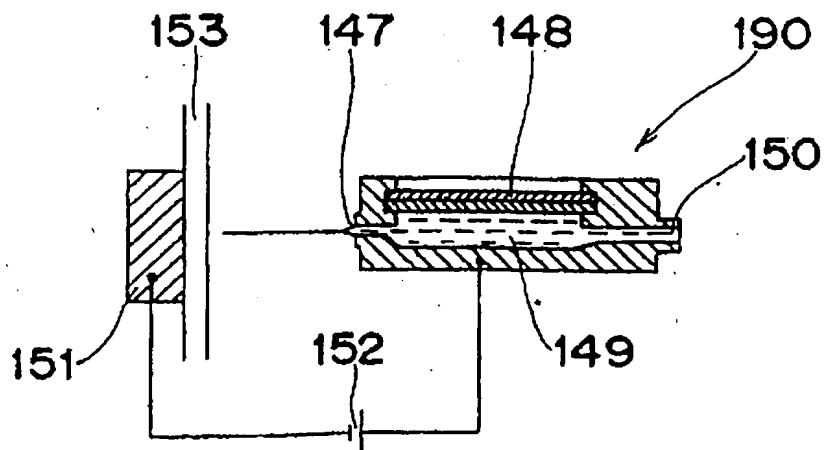


图 18

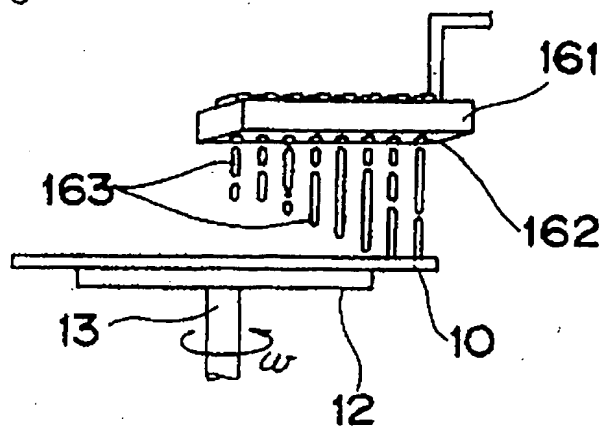


图 19

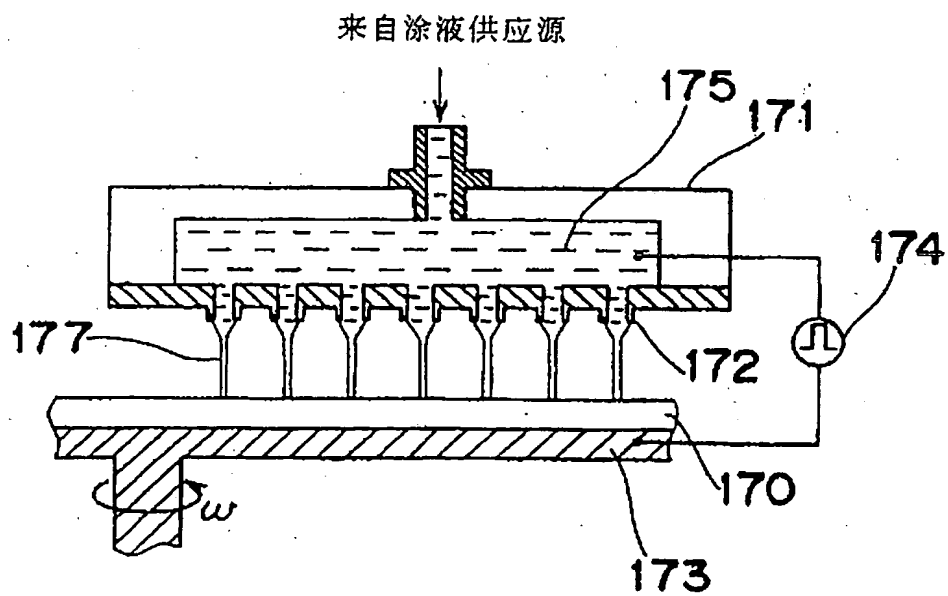


图 20A

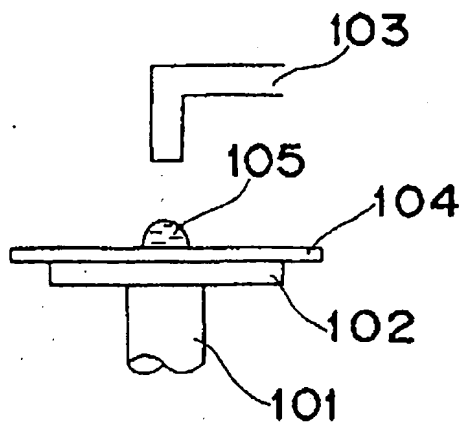


图 20B

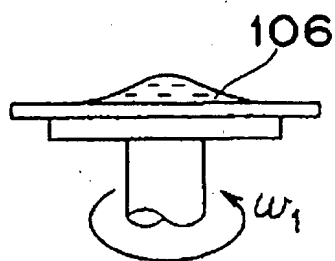
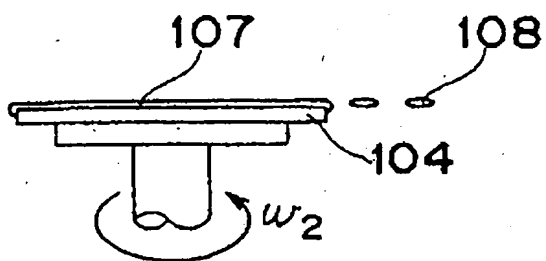


图 20C





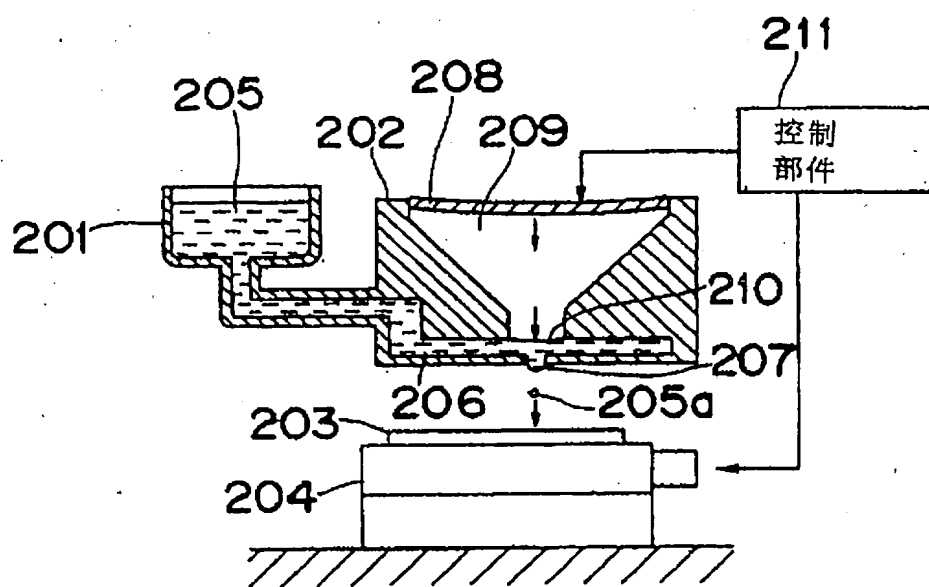


图 21

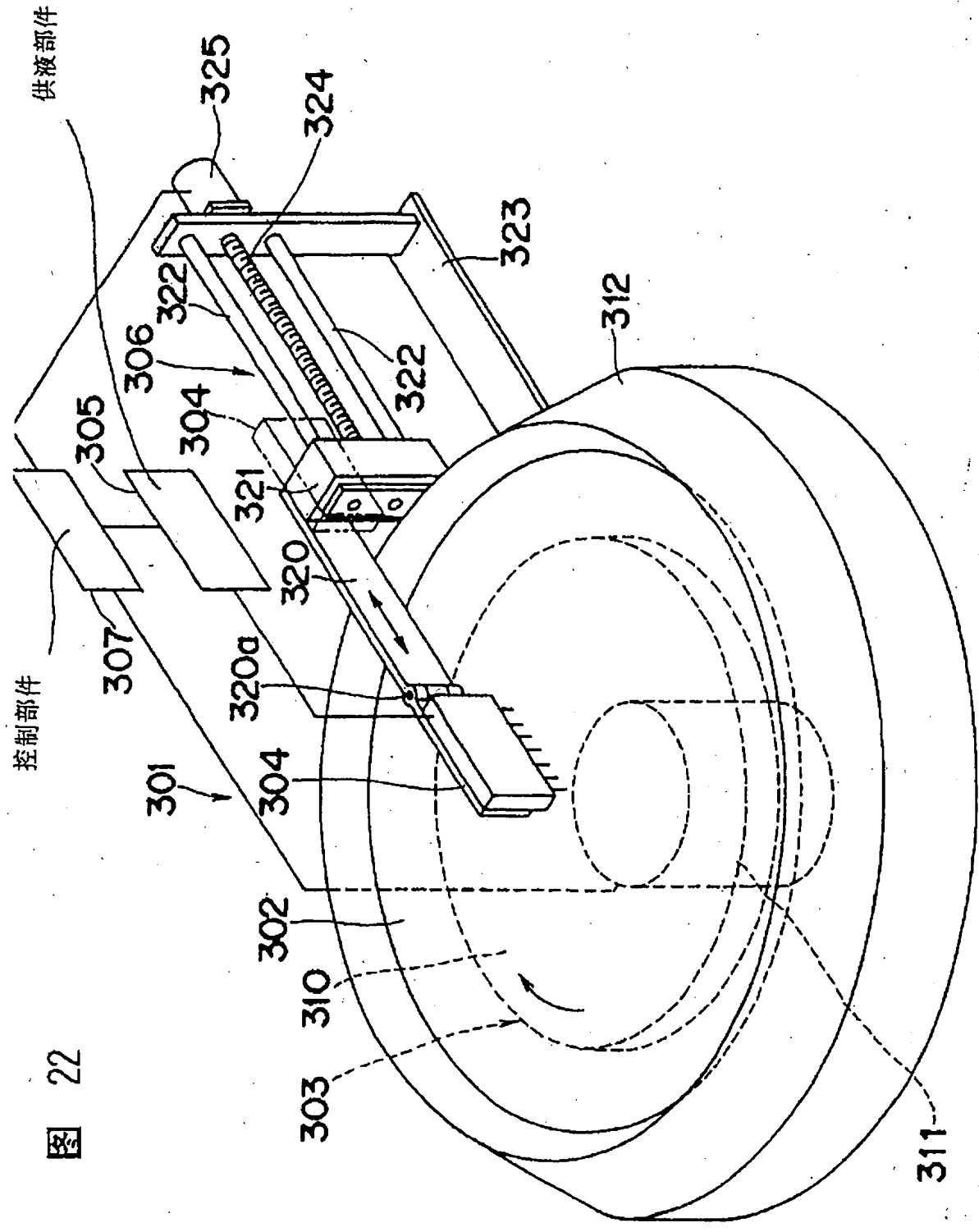


图 22

图 23

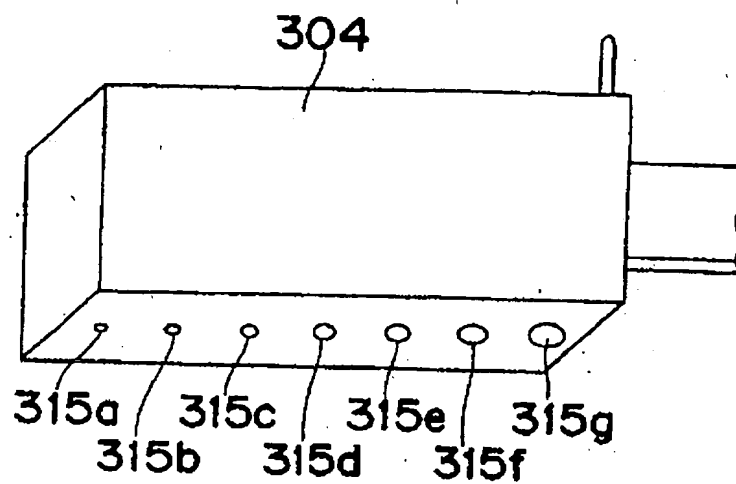
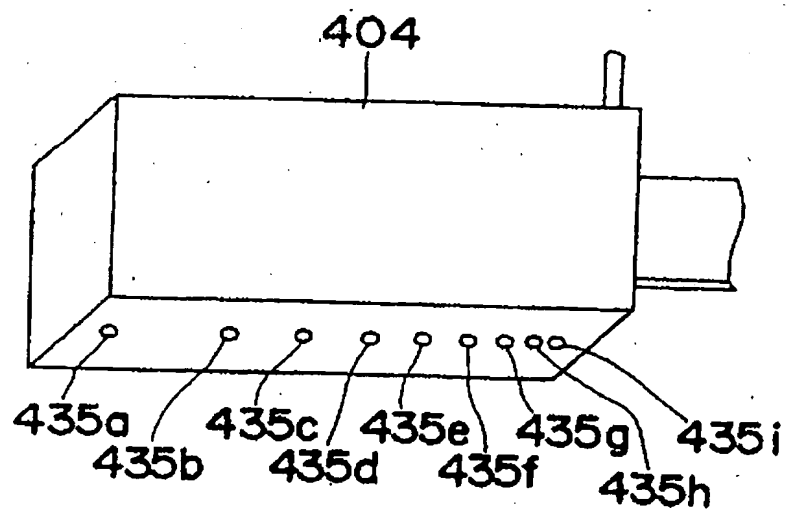


图 26



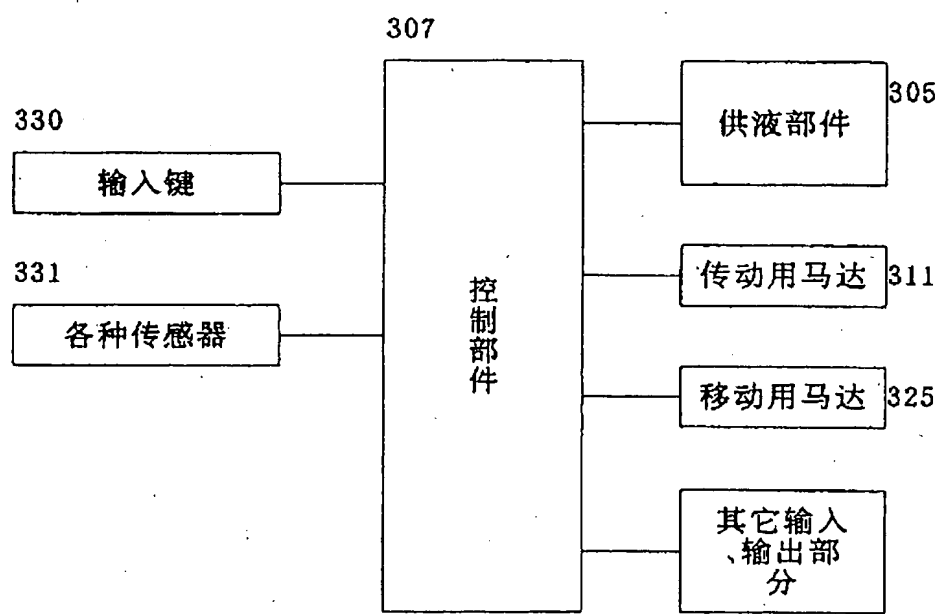


图 24

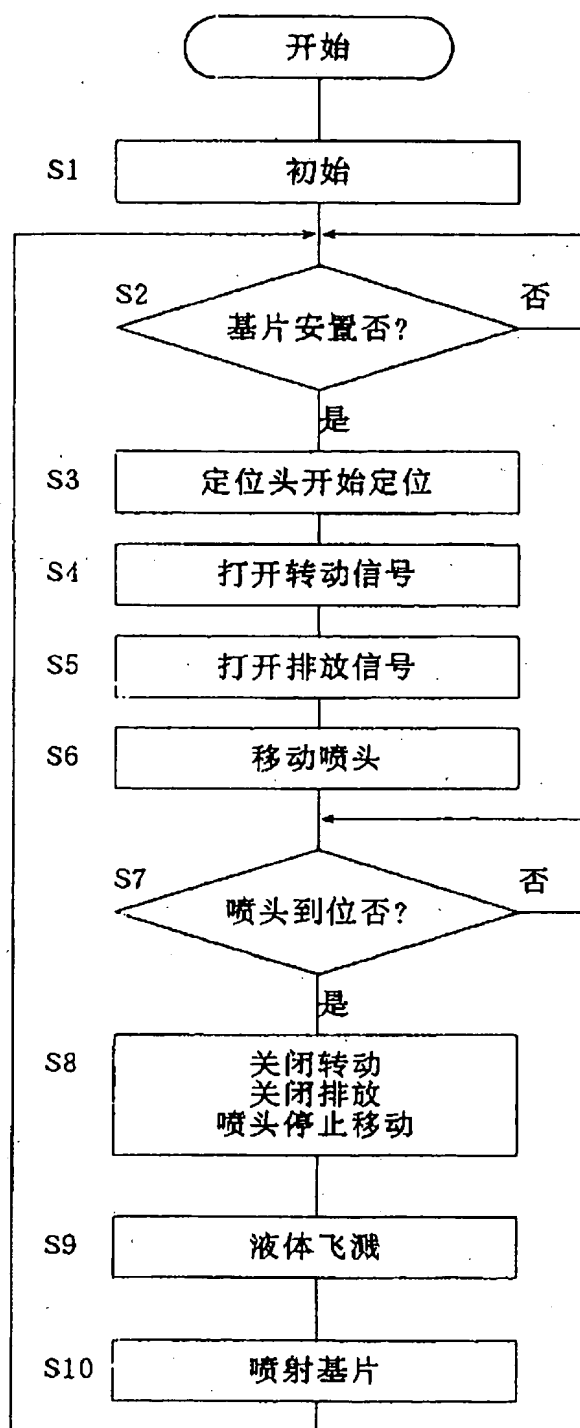


图 25

图 27

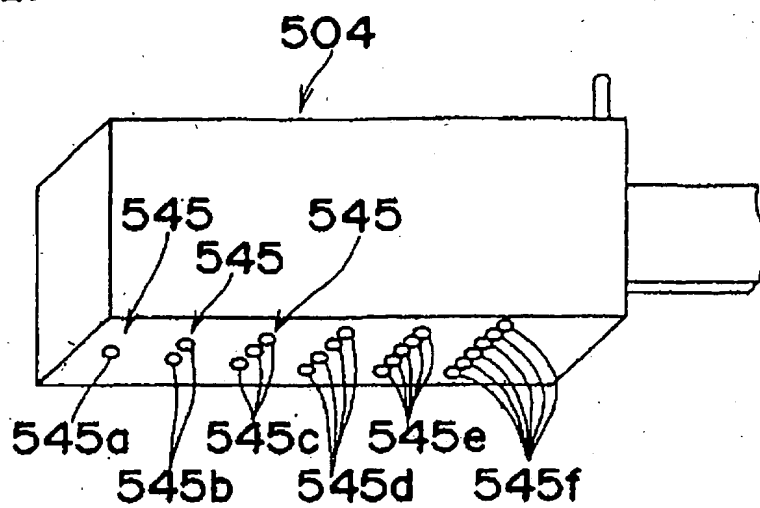


图 28

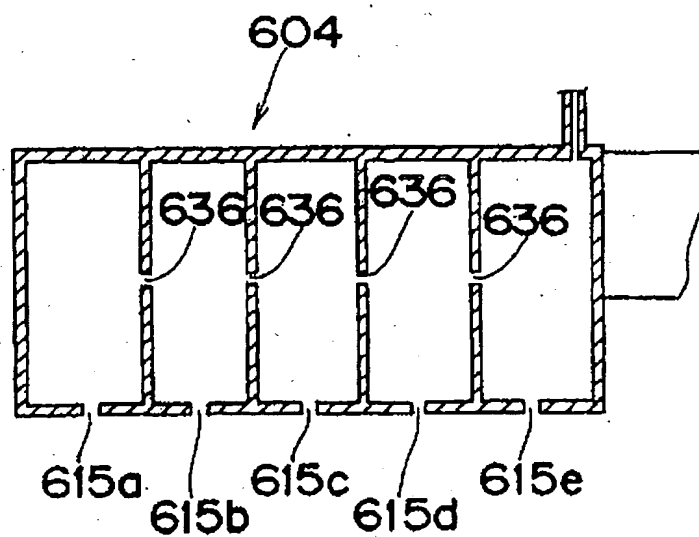


图 16

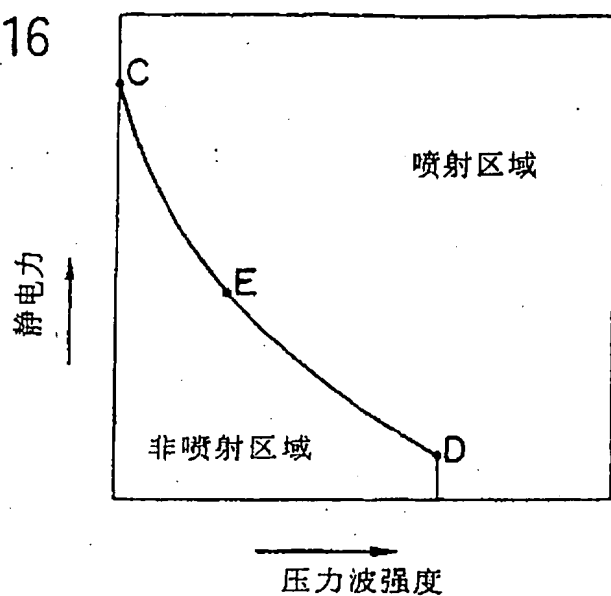


图 17

